



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM  
borgerhout

Tijoverzichtsmodel van de Kust  
en het Scheldeëstuarium

**ONDERZOEK EINDSITUATIE**  
**UITBOUW VOORHAVEN**  
**ZEEBRUGGE**

1979

**MOD. 265/2-2**

Model 265/2 - 2

TIJOVERZICHTSMODEL VAN DE KUST  
EN HET SCHELDEESTUARIUM

ONDERZOEK EINDSITUATIE  
UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE



## INHOUDSTABEL

	<u>bladz.</u>
1. Inleiding.	1
1.1. Opdracht.	1
1.2. Doel.	1
1.3. Beschrijving eindsituatie uitbouw voorhaven.	1
1.4. Eindsituatie Oostkust.	2
2. Resultaten Proefsituatie T6 Tijmodel.	3
2.1. Stromingspatroon T6.	3
2.2. Snelheidsverloop langs de Pas van het Zand.	4
2.3. Verloop van de dwarskrachtgrootheid langs de Pas van het Zand.	6
2.4. Stroombeeld langs de Oostkust.	6
2.5. Procentuele snelheidsveranderingen.	8
2.6. Wijziging in de stroomrichting.	10
2.7. Conclusies.	10
3. Vergelijking 1750 G Permanentiemodel - Tijmodel.	12
3.1. Vergelijking stroompatroon.	12
3.2. Vergelijking stroming langs de toegangsgeul.	12
3.3. Procentuele snelheidsveranderingen en hoekverdraai- ingen ten opzichte van de referentietoestanden.	13
3.4. Conclusies.	14
4. Vergelijking tussen Wiskundig Tijmodel en Fysisch Tijmodel.	15
4.1. Het wiskundig tijmodel van de kust.	15
4.2. Vergelijking van de snelheidsveranderingen.	16
4.3. Vergelijking van de hoekverdraaiingen.	17
4.4. Besluit.	17
5. Algemeen Besluit.	18

Lijst der bijlagen.

Foto 1750 G tijmodel.

Bijlagen.

ONDERZOEK VAN EINDSITUATIE VOORHAVEN EN OOSTKUST.

1. INLEIDING.

1.1. Opdracht.

Het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout-Antwerpen werd belast met het uitvoeren van proeven op het hydraulisch tijverzichtsmodel van de Kust en het Scheldeestuarium in verband met de uitbouw van de Voorhaven te Zeebrugge, in het kader van de raamovereenkomst afgesloten tussen het Ministerie van Openbare Werken en de Tijdelijke Vereniging Zeebouw-Zeezand.

Dit schaalmodel werd uitvoerig beschreven in het verslag "Model 265/2-1, Beschrijving en ijking van het tijmodel", waarnaar ook verwezen wordt voor de beschrijving van de referentietoestand of ijsituatie (To) van het model.

1.2. Doel.

Een der voornaamste doeleinden van de studie op het tijmodel is het onderzoek van de eindfase van de uitbouw van de voorhaven, op alle ogenblikken van het getij (hoofdstuk 2). In dit verslag (hoofdstuk 3) zal dit onderzoek op het tijmodel vergeleken worden met de proeven uitgevoerd op het permanentiemodel (zie verslag "Model 265-7, Hydraulisch onderzoek uitbouw voorhaven Zeebrugge, Deel 2") en met de berekeningen van het wiskundig tijmodel van de Belgische kust (Model 382), in hoofdstuk 4.

Het onderzoek van de verschillende bouwfases zal afzonderlijk gerapporteerd worden.

1.3. Beschrijving eindsituatie uitbouw voorhaven. (foto 1, bijlage 1)

De eindsituatie die in dit onderzoek beschouwd wordt, is het ontwerp 1750 G, na aanpassing van de havenmond en na afronding van de knikken in het damtracé, zoals volgde uit de studie op het detailmodel (Model 387) volgens het plan ref. I. 45-046 - 1 B TVZ 2 HAECON-ZEEBRUGGE.

De Pas van het Zand heeft een diepte van 13 m onder G.L.L.W.S., over een breedte van 600 m; de taluds hebben een helling van 2 %.

Op bijlage 1 is ook weergegeven hoe het typeprofiel van de havendam in het model is weergegeven.

Binnen de westdam werd een aanvulling tot boven hoogwater aangebracht, zoals op bijlage 1 aangeduid.

#### 1.4. Eindsituatie Oostkust. (zie bijlage 2)

Na het aanbrengen van circa 9 miljoen m<sup>3</sup> zand langs de Oostkust zal, naar men aanneemt, het strand een evenwichtsprofiel vertonen met hellingen 1/45 boven de laagwaterlijn, en 1/35 onder de laagwaterlijn (zie bijlage 2, linksboven).

Met behulp van dit theoretisch profiel werd de kustlijn tussen Zeebrugge en Zwin aangepast (zie To en T7, bijlage 2, onderaan).

Anderzijds wordt overwogen een onderwaterdam te bouwen in het verlengde van strandkrib 17 nabij het Zwin. Het lengteprofiel van deze "krib" is gegeven in bijlage 2, rechtsboven.

De combinatie van de uitbouw 1750 G, suppletie en strandkrib vormt de situatie T6, uitbouw 1750 G met enkel suppletie de situatie T7. De situatie T6 stemt nagenoeg overeen met de eindsituaties TR 51 en 52, beproefd op het permanentiemodel (Mod. 265-7), hoewel in deze laatste situaties de vaargeul vóór de havenmond meer dan 1 km verbreed is, het tracé der havendammen iets hoekiger is, en een tweede krib ter hoogte van de H. Hartkerk te Knokke gebouwd werd.



## 2. RESULTATEN PROEFSITUATIE T6 TIJMODEL.

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens het stroombeeld in de omgeving van de nieuwe voorhaven, het verloop van de snelheid langs de toegangsgeul, de nieuwe situatie vóór de Oostkust en de verandering van stroomsnelheid en stroomrichting ten opzichte van de referentietoestand  $T_0$  besproken. Door vergelijking van de stroomsnelheden voor de proeven  $T_6$  en  $T_7$  kan de invloed van de lange krib 17 in het daglicht worden gesteld.

### 2.1. Stromingspatroon $T_6$ .

Op de bijlagen 3 tot en met 16 zijn de oppervlaktedrijvers (telkens gemiddeld over een zone van  $0.5 \text{ km}^2$  in zee en  $0.25 \text{ km}^2$  voor de Oostkust) van  $T_0$  (in zwart) en  $T_6$  (kleur) getekend.

Voor de haven worden snelheidstoename van 40% en meer gemeten. In de luwte van de voorhaven ten oosten en ten westen ontstaan neerzones.

Om 3h voor HW is er stroomkentering vóór Zeebrugge (bijlage 5), terwijl de vloed reeds inzet langs de Oostkust. De stroming bereikt zijn maximum snelheid om 1h voor HW en 0h40 voor HW (bijlagen 7 en 8), waar snelheden (\*) van 2,3 m/s zeewaarts de Oostdam gemeten zijn. Voor Heist ontwikkelt zich een neer, die met de tijd groter wordt, wat op hoogwater reeds duidelijk te merken is (bijlage 9). Op dat ogenblik zijn de snelheden ook reeds tot minder dan 1,70 m/s gedaald. De stroming ter plaatse van het Albertstrand te Knokke is zowat loodrecht op de kust gericht. Een uur na hoogwater (bijlage 10) is de neer nog toegenomen, en bedekt circa 4 km kust.

---

(\*) Snelheden : tenzij anders vermeld, worden hier steeds de oppervlaktesnelheden, bepaald met drijvers op het tijmodel, bedoeld. Het getij op het tijmodel is een uitgesproken springtij met een getijfactor van circa 1,3 t.o.v. gemiddeld tij.

Iets voor kentering, 2h na HW, zijn de snelheden voor Heist in de luwte van de Oostdam zelfs groter dan in de To-situatie (bijlage 11). De snelheid van de inzettende ebstroom wordt verhoogd met de snelheid in de neer. Terwijl overal elders de vloodsnelheid nog 0,4 m/s bedraagt, is de snelheid langs de Oostdam reeds tot 1 m/s in de ebrichting toegenomen. Ook een uur later zijn de snelheden nabij de Oostdam merkelijk hoger dan elders nabij Zeebrugge.

Nabij maximum eb kan men de toenemende invloed van de krib-uitbouw merken (bijlagen 14 en 15). De snelheid in de luwte van de krib wordt tot beneden 0,5 m/s gereduceerd. Ten westen van de haven ontstaat een neer. Merk op dat de ebstroming rond maximum eb de Pas van het Zand onder een hoek van 45° kruist.

## 2.2. Snelheidsverloop langs de Pas van het Zand.

(bijlagen 17 tot 22, tabel I)

Aangezien dit snelheidsverloop voor de referentiesituatie To niet in het ijkingsverslag werd getoond, vindt men dit profiel op de bijlagen 17, 18 en 19 voor alle uren van het getij. Aangezien het hier om oppervlaktesnelheden model gaat, mag men een reductie van 0,8 toepassen om naar gemiddelde snelheid over te gaan, en een reductie van 0,92 naar gemiddeld springtij. Om de gemiddelde stroomsnelheid bij gemiddeld springtij te bepalen kan men dus de modelsnelheden met 0,75 vermenigvuldigen.

Het snelheidsprofiel voor T6 is gegeven in de bijlagen 20, 21 en 22. Om het impact van de havenuitbouw op het snelheidsverloop te evalueren, moet men er rekening mee houden dat de vaargeul verdiept werd, waardoor de snelheden over de geul afnemen.

In de referentiesituatie bedroeg de geuldiepte over 500 m breedte gemiddeld 10,5 m onder G.L.L.W.S.. In de T6-situatie is de vaargeul tot 13 m verdiept over een breedte van 600 m. Daardoor zou de snelheid over de pas met 14% (HW) tot 18% (LW) moeten dalen, was er geen voorhaven uitgebouwd.



Het snelheidsverloop bij vloed (bijlage 20) toont nogmaals duidelijk aan dat de snelheid snel daalt na maximum vloed. Op hoogwater vooral is de snelheidspiek nabij de havenmond beduidend kleiner.

Bij eb (bijlage 21) blijft de snelheid vanaf 4 h na HW tot 5h30 na HW nabij de havenmond praktisch constant.

In tabel I is de gemiddelde snelheid voor gemiddeld springtij op enkele plaatsen langs de Zandpas uitgerekend voor T6 en To.

Hieruit blijkt duidelijk het geringe verschil in snelheid zeewaarts kilometer 6.

TABEL I		Gemiddelde snelheid voor gemiddeld springtij langs de Pas van het Zand * voor T6 - To											
uur t. o. v. HW Zeebrugge	Waterstand t. o. v. H <sub>z</sub>  dm	maximum **		Afstand uit het hooglicht									
				4.5 km		5 km		6 km		7 km		8 km	
		T6	To	T6	To	T6	To	T6	To	T6	To	T6	To
- 5h	1	64	49	62	38	43	44	46	50	50	43	44	47
- 4h	6	30	23	28	29	21	30	22	27	23	22	35	35
- 3h	12	30	13	18	19	16	21	13	19	16	20	30	29
- 2h	23	75	42	75	48	56	49	55	46	40	47	69	64
- 1h	38	157	128	157	108	120	106	113	105	115	110	115	116
Hoogwater	48	120	101	115	77	105	78	95	81	94	82	95	81
+ 1h	47	96	80	93	60	81	64	72	70	77	73	77	71
+ 2h	40	34	39	31	23	34	22	33	26	33	28	37	31
+ 3h	29	71	54	67	37	62	36	38	34	29	33	29	36
+ 4h	19	124	77	121	75	117	75	81	70	69	69	72	69
+ 5h	9	124	92	121	76	119	80	97	85	90	87	88	77
+ 6h	4	100	76	96	61	98	68	81	77	81	73	78	64
max. vloed (- 0h40)	44	172	135	172	113	156	111	130	115	123	117	123	116
max. eb (+ 5h30)	6	116	92	105	67	104	70	93	80	94	82	85	75

\* oppervlakesnelheden model x 0.75(snelheden in cm/s natuur).

\*\* voor To gelegen op ongeveer 2.2 km uit het hooglicht.  
voor T6 gelegen tussen 4 en 5 km uit het hooglicht.



### 2.3. Verloop van de dwarskrachtgrootheid langs de Pas van het Zand.

(bijlagen 23 t.e.m. 28)

De dwarskrachtgrootheid is de kracht per eenheid van oppervlak, uitgeoefend door de stroming op een stilstaande vlakke plaat. In deze grootheid komt de stroomrichting voor, evenals het kwadraat van de stroomsnelheid.

Aangezien de grafieken in de bijlagen voor de oppervlaktesnelheden model berekend zijn, moet men ze voor een omrekening naar gemiddelde snelheid bij gemiddeld springtij met 0.55 vermenigvuldigen.

In de bijlagen 23, 24 en 25 is het dwarskrachtverloop voor To gegeven. Merk op hoe de dwarskracht tussen maximum vloed en hoogwater tot de helft verkleint. Bij eb is de dwarskracht meestal zeer gering.

Bij de uitbouw 1750 G neemt de dwarskracht sterk toe.

Bij vloed stijgt de dwarskracht zeer sterk tussen 2h voor HW en 1 h voor HW, om na maximum vloed snel te dalen. De maximum dwarskracht bij hoogwater bedraagt niet meer dan de dwarskracht nabij het Scheur op het ogenblik van maximum vloed, die op haar beurt gelijk is aan de maximale dwarskracht bij maximum vloed in de huidige situatie (To, bijlage 23). Bij eb is de dwarskracht voor de haveningang dubbel zo groot als voor To.

### 2.4. Stroombeeld langs de Oostkust.

Voor de Oostkust beschouwen we bij een uitbouw 1750 G twee mogelijke situaties (zie ook bijlage 2) :

T7 : enkel zandsuppletie

T6 : zandsuppletie en krib

Een toestand zonder suppletie bestuderen heeft geen zin meer, aangezien de opspuitingswerken op het ogenblik van deze proeven reeds voltooid waren.

In de bijlagen 3 tot 16 is het algemene stroompatroon langs de ganse Oostkust voor T6 weergegeven. Hieruit blijkt reeds dat door de neervorming nabij de Oostdam en nabij krib 17 bepaalde delen van de kust overwegend aan ebstroming onderhevig zijn, terwijl andere delen overwegend door de vloedstroom worden beïnvloed.

TABEL II		Snelheid voor eb (-) en vloed (+) in de zones A tot K van bijlage 2 (cm/s)										
UUR		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
HW	- 5		- 26	- 16	- 21	18	32	28	10	2	6	10
	- 4	0	13	13	17	25	43	49	32	17	27	34
	- 3	0	25	25	35	42	51	60	56	10	37	53
	- 2	0	43	56	63	74	77	75	64	33	28	42
	- 1	- 47	27	89	107	130	130	146	134	62	49	44
HW		- 54	- 68	- 32	55	73	110	127	128	87	61	54
	+ 1	- 27	- 45	- 46	- 17	33	45	51	59	41	35	33
	+ 2	- 24	- 59	- 55	- 40	- 27	- 25	- 20	- 3	- 20	- 28	- 25
	+ 3	- 9	- 39	- 54	- 52	- 51	- 55	- 50	- 53	- 66	- 71	- 67
	+ 4	-	- 36	- 57	- 58	- 75	- 49	- 38	- 44	- 84	- 84	- 85
	+ 5	-	- 36	- 46	- 56	- 23	- 9	9	5	- 45	- 42	- 30
	+ 6	-	- 27	- 40	- 31	- 9	24	24	18	- 48	- 29	- 15

In bovenstaande tabel II is de waarde en zin van de vakgemiddelde snelheid vermeld zoals ze optreedt in een band van 500 m breedte, langs de Oostkust (zie bijlage 2, T6).

Uit deze cijfers kan men het volgende afleiden :

- vak A is enkel aan ebstroom onderhevig.
- tot 3 km uit de Oostdam lijkt de ebstroming belangrijker.



- tussen 3 km uit de Oostdam en de krib 17 lijkt de vloedstroom groter.
- ten oosten van de krib lijkt de ebstroom weer belangrijker.

Uiteraard is het stroombeeld voor de Oostkust niet zo eenvoudig, zoals mag blijken uit de bijlagen 29 en 30, waar in detail het opgemeten stroombeeld is weergegeven. Naargelang de afstand uit de kust blijken stroomrichting en waarde van de snelheid sterk te veranderen, zodat een gemiddelde waarde over  $0,5 \text{ km}^2$  slechts een benadering is.

Op de bijlagen 29 en 30 vindt men duidelijk dat het effect van de krib bij vloed zich vooral voordoet als een vermindering van de stroomsnelheid, terwijl bij eb de stroming ook nog afgebogen wordt en een neer van 3 km lengte gevormd wordt. Daardoor wordt rond laagwater de snelheid in die zone met circa 80% gereduceerd ten opzichte van To.

In de bijlagen 31 en 32 wordt voor maximum eb en vloed de vergelijking gemaakt tussen T6 (zwart) en T7 (kleur). De snelheidschaal bij deze twee bijlagen bedraagt  $1 \text{ cm} = 1 \text{ m/s}$ .

## 2.5. Procentuele snelheidsveranderingen (bijlagen 33 - 39).

Op deze bijlagen is de procentuele snelheidsverandering weer gegeven voor de proefsituatie T6 ten opzichte van de referentie-toestand To (onderaan) en voor T6 ten opzichte van T7 (bovenaan), zodat de invloed van de krib afzonderlijk getoond wordt.

Deze verandering is gelijk aan (bv.) :

$$100 \times \frac{(\text{snelheid T6} - \text{snelheid To})}{\text{snelheid To}}$$

en werd berekend per kwart vierkante kilometer. Snelheidsveranderingen groter dan 40% zijn slechts in één enkele grijschakering aangeduid.

Rond maximum vloed vormt er zich een zone met snelheidstoe-namen 10 tot 20%, die zich met de tijd naar het oosten uitbreidt langs het Scheur. De Wielingen, bezuiden de Bol van Heist, liggen gedeeltelijk in een zone met meer dan 20% snelheidstoe-name. In de luwte van de havenuitbouw neemt de snelheid af tot aan krib 17 omwille van de uitbouw, en tot Cadzand omwille van de krib zelve, zoals uit de vergelijking tussen T6 en T7 blijkt.

Rond maximum eb is in het patroon der snelheidsveranderingen de invloed van de geulverdieping terug te vinden, en kan men verder de zone van snelheidstoename opsplitsen in een zone met toename tot meer dan 40% nabij de Oostdam en in een zone, over Wielingen en Scheur, waar lokaal de snelheid met meer dan 10% is toegenomen. De zone met snelheidsdaling groter dan 40% voor Blankenberge is zowat 10 km<sup>2</sup> groot. Ten oosten van de haven is de snelheid tot het Zwin met meer dan 40% gedaald. Onmiddellijk langs de kust wordt - 60 à - 70% bereikt nabij de krib. Tussen het Casino te Knokke en Zeebrugge is de snelheids-daling te wijten aan de havenuitbouw, oostwaarts aan de krib-uitbouw.

Voor de snelheidstoename in de vaarpassen Wielingen-Scheur worden de veranderingen in de referentiezones "Totale zone Scheur-Wielingen" en "Zuidrand Wielingen" beschouwd (zie bijlage 39). Zowel voor To als voor T6 is de gemiddelde oppervlakte-snelheid bepaald over deze zones. Snelheid, verschil en procentueel verschil zijn in bijlage 39 getekend, in vergelijking met enkele proeftoestanden van het permanentiemodel. Tussen de twee zones blijkt weinig verschil in snelheid voor T6.

Voor de toestand T6 kan men qua snelheidsverandering stellen dat :

1. Ten westen van Zeebrugge wordt over 1,5 km de snelheid gedurende het ganse getij met meer dan 40% verminderd; voor Blankenberge overheersen de vloodsnelheden.
2. Langs de havendammen verhoogt de snelheid met 40%.



3. Tussen Zeebrugge en het Casino daalt de snelheid met 40% en meer zowel bij eb als bij vloed. Tussen Casino en Zwin neemt de eb sterker af dan de vloedstroom, terwijl ten oosten van het Zwin het omgekeerde waar is.
4. Voor de referentiezones (bijlage 39) blijkt de snelheidstoenname tot 15% beperkt zowel in de "totale zone" als in de "Zuidrand zone".

#### 2.6. Wijziging in de stroomrichting. (bijlagen 40 - 45)

De hoekverdraaiing van de stroming is in de bijlagen 40 - 45 weergegeven. Waar de hoekverandering 40° overschrijdt omwille van neervorming, is zulks speciaal aangegeven. De hoekverdraaiingen in de neer kleiner dan 40° zijn gewoon aangegeven.

Op te merken valt dat het terug naar de kust afbuigen van de stroming ten NO van de havenuitbouw gebeurt bij vloed, ten rechte van de Pas van het Zand bij eb. De stroming buigt ook af ter plaatse van krib 17 : in geringe mate bij vloed, in belangrijke mate bij eb. Dan wordt de ebstroming sterk zeewaarts afgebogen, terwijl bij de kust een neer ontstaat. Voor Knokke buigt de ebstroming dan terug naar de kust toe.

#### 2.7. Conclusies.

De uitbouw 1750 G blijkt volgens de proeven op het getijmodel van de kust volgende repercussies te hebben :

- In de "totale zone" Scheur-Wielingen (zie definitie bijlage 39) neemt de snelheid met 15% toe gedurende vloed, met 10% gedurende eb.
- Langs de Oostkust gaat de ebstroom overheersen tussen de oostelijke havendam en het Casino te Knokke, waar de snelheden met 40% en meer gereduceerd worden. Tussen Casino en krib 17 lijkt de vloedstroom belangrijker, terwijl ten oosten van het Zwin door de krib de vloedstroom sterk verminderd wordt.

- Westelijk van Zeebrugge ontstaat een zone van 1,5 km waar de stroming met meer dan 40 % gereduceerd wordt.  
Voor Blankenberge gaat de vloedstroom overheersen.
- Voor het invaren van de haven is het belangrijk dat de snelheid en dwarskracht in de Pas van het Zand tussen maximum vloed en hoogwater zeer snel daalt, zodanig dat de snelheden op hoogwater voor 1750 G kleiner zijn dan bij maximum vloed, zonder havenuitbouw. In het Ribzand zijn noch de snelheden en daaruitvolgend noch de dwarskrachten opmerkelijk toegenomen.



### 3. VERGELIJKING 1750 G PERMANENTIEMODEL - TIJMODEL.

Teneinde de vergelijking te maken tussen de resultaten der modelproeven voor de uitbouw 1750 G, uitgevoerd op het permanentiemodel en op het tijmodel, werd als toestand die het meeste gelijkennis vertoont met T6 de situatie TR 51 en TR 52 weerhouden. De proeven TR 51 en TR 52 betreffen één enkele proefsituatie (zie verslag Model 265-7, Deel 2). Voor de vergelijking tijmodel-permanentiemodel werden de proeven TR 51 en TR 52 versmolten tot één geheel.

#### 3.1. Vergelijking stroompatroon. (bijlagen 46 en 47)

(De stroomvectoren voor TR 51 zijn in kleur gedrukt).

In de vergelijking valt op dat de ebsnelheden voor het tijmodel groter zijn dan voor het permanentiemodel. Dit is in volledige overeenstemming met de waarnemingen bij de ijking van het tijmodel, waar de ebstroming qua grootte en richting meer in overeenstemming met de natuur bleek dan het permanentiemodel.

Bij vloed is eveneens een verschil in grootte en oriëntatie te merken in volle zee. Dit verschil bestaat ook reeds in de To-toestand.

Opvallend is het sterk afbuigen rond de havenuitbouw van de vloedstroom in het tijmodel.

#### 3.2. Vergelijking stroming langs de toegangsgeul. (bijlagen 48 tot 53)

In de vergelijking van de snelheid dient men rekening te houden met het feit dat op het tijmodel een uitgesproken springtij nagebootst wordt, waardoor de snelheden zowat 10% hoger liggen dan voor gemiddeld springtij. Indien men hiermee rekening houdt mag men stellen dat de vloodsnelheden zeewaarts km 5 volledig overeenstemmen (bijlage 48). De snelheidspiek in het permanentiemodel is niet zo hoog, wellicht deels te wijten aan de vertraging van de oppervlaktestroom boven de zwaairom. De vloed-

stroom in het tijmodel is eerder oostelijk gericht, in het permanentiemodel eerder ONO (bijlage 49). Dit oriëntatieverschil resulteert in relatief hogere dwarskrachten (bijlage 50) in het permanentiemodel, dan uit het snelheidsprofiel mocht verwacht worden.

Bij eb (bijlage 51) is het verschil in snelheid merkelijk groter, zoals reeds vermeld (zie 3.1.). De snelheidspiek voor de haven haalt in het permanentiemodel slechts 70% van de snelheid voor het tijmodel. Daarentegen kruist de stroming in het tijmodel de lichtenlijn onder een schuinere hoek dan in het permanentiemodel (bijlage 52). Ondanks dit laatste treedt toch het meest opvallende verschil op in de dwarskrachten, die in de Pas van het Zand voor TR 51 slechts de helft bedragen van de dwarskrachten in het tijmodel, waar een duidelijke dwarskrachtpiek met vrij grote gradienten optreedt.

### 3.3. Procentuele snelheidsveranderingen en hoekverdraaiingen ten opzichte van de referentietoestanden.

---

Volgende bijlagen dient men te vergelijken:

- % vloed	54	met	33, 34 en 35
- % eb	55	met	36, 37 en 38
- richting vloed	56	met	40, 41 en 42
- richting eb	57	met	43, 44 en 55

Bij vloed stelt men vast dat de snelheidsverhogingen zeewaarts de haveningang hoger liggen in het tijmodel dan in het permanentiemodel. Vlak vóór de havenmond kan het verschil ten dele verklaard worden door de uitgebreide zwaairom welke in het tijmodel niet ingebracht was.

Het vastgestelde verschil tussen de procentuele snelheidsveranderingen voor beide modellen vóór de Oostkust is niet geheel te verklaren door de aanwezigheid van een tweede krib.



In het tijmodel is de vloedstroom onder invloed van de krib nr. 17 afgenomen voor Cadzand, terwijl de twee kribben in het permanentiemodel niet tot zulke snelheidsdaling leiden.

De invloed van de tweede krib is wel merkbaar tussen deze krib en de oostelijke havendam, waar de snelheden in het permanentiemodel iets meer zijn afgenomen ten opzichte van de To-situatie.

Bij eb is de snelheidsdaling langs de Oostkust voor de twee modellen erg gelijkend. Ook de zones van snelheidstoename vobr de haven en verder in zee stemmen vrij goed overeen. De zone met snelheidsdaling vobr Blankenberge is wel groter in het tijmodel.

Zowel bij vloed als bij eb is de richtingsverandering van de stromingen ten opzichte van de referentietoestand, wat de haven-uitbouw betreft, voor beide modellen zeer gelijkend.

#### 3.4. Conclusies.

Uit de vergelijking tussen de proeven voor 1750 G op tijmodel en permanentiemodel blijken de snelheidstoename t. o. v. de referentietoestand bij vloed circa 5 à 10% hoger te liggen in het tijmodel; bij eb is er een goede overeenkomst tussen de relatieve snelheidsveranderingen. De relatieve hoekverdraaiingen van de snelheden komen onderling goed overeen in beide modellen.

#### 4. VERGELIJKING TUSSEN WISKUNDIG TIJMODEL EN FYSISCH TIJMODEL.

---

##### 4.1. Het wiskundig tijmodel van de kust.

---

Door de Universit  de Liège werd in opdracht van het Ministerie van Openbare Werken een wiskundig tijmodel voor de studie van de zeewaartse uitbouw van de haven van Zeebrugge (model 382) opgesteld. Dit model werd geijkt aan de hand van gegevens van Rijkswaterstaat Deltadienst voor het getij van 6 september 1975. Dit eerste model, met mazen van 1 km x 1 km strekte zich uit van Oostende tot en met de Oosterscheldemonnd.

Teneinde de voorhaven en de vaargeulen minder schematisch te moeten inbrengen, werd een model met mazen 500 m x 500 m opgesteld, van Den Haan tot Cadzand, zeewaarts reikend tot de Wandelaar (30 x 17 km). De berekeningen met het eerste model hadden aangetoond dat deze grenzen buiten de invloedszone van de uitbouw der voorhaven liggen. De randvoorwaarden voor het detailmodel worden genomen uit het model met maaslengte 1 km.

De berekening waarmee de resultaten van de modelproeven best overeenstemmen is de berekening voor de situatie C, waar ten opzichte van de referentietoestand volgende wijzigingen zijn aangebracht :

- Pas van het Zand over 650 m tot Z - 15 m verdiept;
- Scheurpas richting zee over 650 m tot Z - 15 m verdiept, richting Vlissingen tot Z - 12,5 m over 600 m breedte;
- Aanzanding van  $800 \text{ m}^3/\text{m}^1$  strand langs de Oostkust;
- Zeewaartse uitbouw van de voorhaven tot 1750 m uit de bestaande westelijke havendam.

De vorm van de haven is weergegeven op bijlage 58, evenals de oostelijke rand van het wiskundig model.



#### 4.2. Vergelijking van de snelheidsveranderingen. (bijlagen 58 en 59)

Om de vergelijking te maken tussen de resultaten van beide modellen werden voor het fysisch tijmodel de proefresultaten voor T7 (1750 G + suppletie, zonder krib) gebezigd.

Onmiddellijk blijkt dat bij vloed de snelheidsafname langs de Oostkust veel belangrijker is in het wiskundig model en de snelheidstoename voor de haven er veel geringer is. Ook de invloed van de grotere verdieping van de Zandpas in het wiskundig model is duidelijk te merken. In de berekeningssituatie A (niet weergegeven) waarbij de Passen niet verdiept zijn, stijgt de snelheid immers met 30% boven de Zandpas nabij de havenmond. De afname van de snelheid langs de havendammen is deels te wijten aan de schematisatie, en ook aan de wijze waarop de snelheidsverandering is bepaald. Deze is namelijk berekend voor het waterstandspunt in het midden van een vakje van 500 x 500 m, als gemiddelde van de snelheidscomponenten volgens de x-as door linker- en rechterrand en volgens de y-as door boven- en onderrand van het vakje. Voor de vakjes langs de havendam of langs de kust zijn een of twee van deze componenten nul.

Bij maximum eb is het patroon der snelheidsveranderingen zeer verschillend vóór de haven. In het fysisch model verhoogt de snelheid in een geconcentreerde zone langs de Oostdam. Zulk effect is niet merkbaar in het wiskundig model. Voor de haven daalt de snelheid, zowel door de schematisatie als door de verdieping van de Zandpas.

De snelheidstoename in de referentiezones (bijlage 39) bedraagt bij vloed 14,5% in de zuidrand en 8,6% in de totale zone in het wiskundig model tegenover 15% voor beide zones in het fysisch tijmodel en 17% in de zuidrandzone respectievelijk 10% in de totale zone voor het permanentiemodel.

#### 4.3. Vergelijking van de hoekverdraaiingen.

Zowel bij eb als bij vloed blijken de hoekverdraaiingen t.o.v. de referentiestroming voor de twee modellen sterk gelijkend te zijn.

#### 4.4. Besluit.

Tussen de procentuele snelheidstoename in wiskundig model en fysisch model bestaan verschillen. Deze kunnen ten dele verklaard worden door

- de manier waarop de procentuele snelheidsverandering langs de havendammen en de kust wordt berekend;
- de schematisatie van de havenuitbouw, de suppletie en de passen in het wiskundig model.
- de schematisatie van de waterbeweging in het wiskundig model.
- het verschil tussen oppervlaktesnelheden (tijmodel) en vertikaal gemiddelde snelheid, gemiddeld over een breedte van 500 m (wiskundig model).



## 5. ALGEMEEN BESLUIT.

- a) De uitbouw 1750 G met suppletie van de Oostkust en uitbouw van krib 17 blijkt volgens de proeven op het getijmodel volgende invloed te hebben op de getijstromingen :
1. In de referentiezone "totale zone" Scheur-Wielingen neemt de snelheid met 15% toe bij vloed, met 10% bij eb.
  2. Tussen Zeebrugge en Casino te Knokke daalt de snelheid met 40% en meer gedurende het ganse getij. In deze zone is er overwegend ebgerichte stroming.
  3. Langs de Oostkust tussen Casino en Zwin neemt de eb-stroom sterk af onder invloed van de krib en de vloed-stroom neemt enigszins af onder invloed van de haven-uitbouw, zodat de stroming er overwegend oostwaarts gericht is.
  4. Ten oosten van krib 17 wordt de snelheid bij vloed gereduceerd tot ter hoogte van Cadzand.
  5. Voor Blankenberge neemt enkel de ebstroom sterk af. Voor het strand van Zeebrugge dalen zowel eb- als vloedstroom met meer dan 40%.
  6. Vanuit nautisch oogpunt dient de aandacht getrokken op de snelle daling van de stroomsnelheden langs de Pas van het Zand na maximum vloed, zodat het snelheidsverloop voor T6 op HW vergelijkbaar is met de maximum vloodsnelheid in de To situatie.
- Bij eb zijn de dwarskrachtpieken verdubbeld t.o.v. To. In het Ribzand compenseren de effecten van geulverdieping en havenuitbouw elkaar, zodat noch snelheden, noch dwarskrachten er opmerkelijk veranderen.

- b) De vergelijking tussen de 1750 G - situatie voor tijmodel en permanentiemodel toont aan dat de relatieve snelheidsveranderingen t. o. v. de referentietoestand bij vloed 5 à 10% hoger liggen in het tijmodel. Bij eb is er een goede gelijkens tussen de procentuele snelheidsveranderingen van beide modellen. Ook de relatieve verdraaiingen van de stroom-richting zijn sterk gelijkend.
- c) De vergelijking tussen het wiskundig tijmodel en het fysisch tijmodel toont een behoorlijke gelijkens tussen de respectieve verdraaiing van de stroomrichting t. o. v. de referentietoestand. De procentuele snelheidsveranderingen zijn echter vrij verschillend. In het wiskundig tijmodel blijven de snelheidstoename tot 10% à 20% beperkt, tenzij een kleine zone van 20 à 30% nabij de haven. In het fysisch tijmodel worden snelheidstoename groter dan 40% gevonden langs de haven-dammen, en grotere zones zeewaarts de haven met stijgingen van 10 à 30%.
- d) De snelheidstoename in de referentiezones, weergegeven op bijlage 39, bedraagt bij vloed 14.5% in de zuidrandzone en 8.6% in de totale zone voor het wiskundig model, tegenover 17% voor de zuidrandzone en 10% voor de totale zone in het permanentiemodel, en 15% voor beide zones in het fysisch tijmodel.

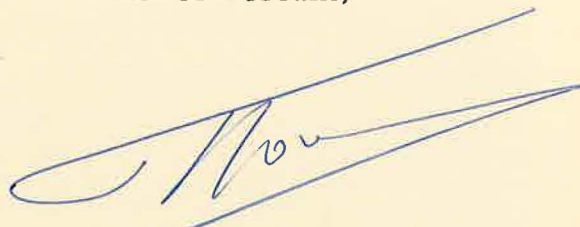
mei 1979.

De ingenieur van Bruggen en Wegen,  
belast met de studie,

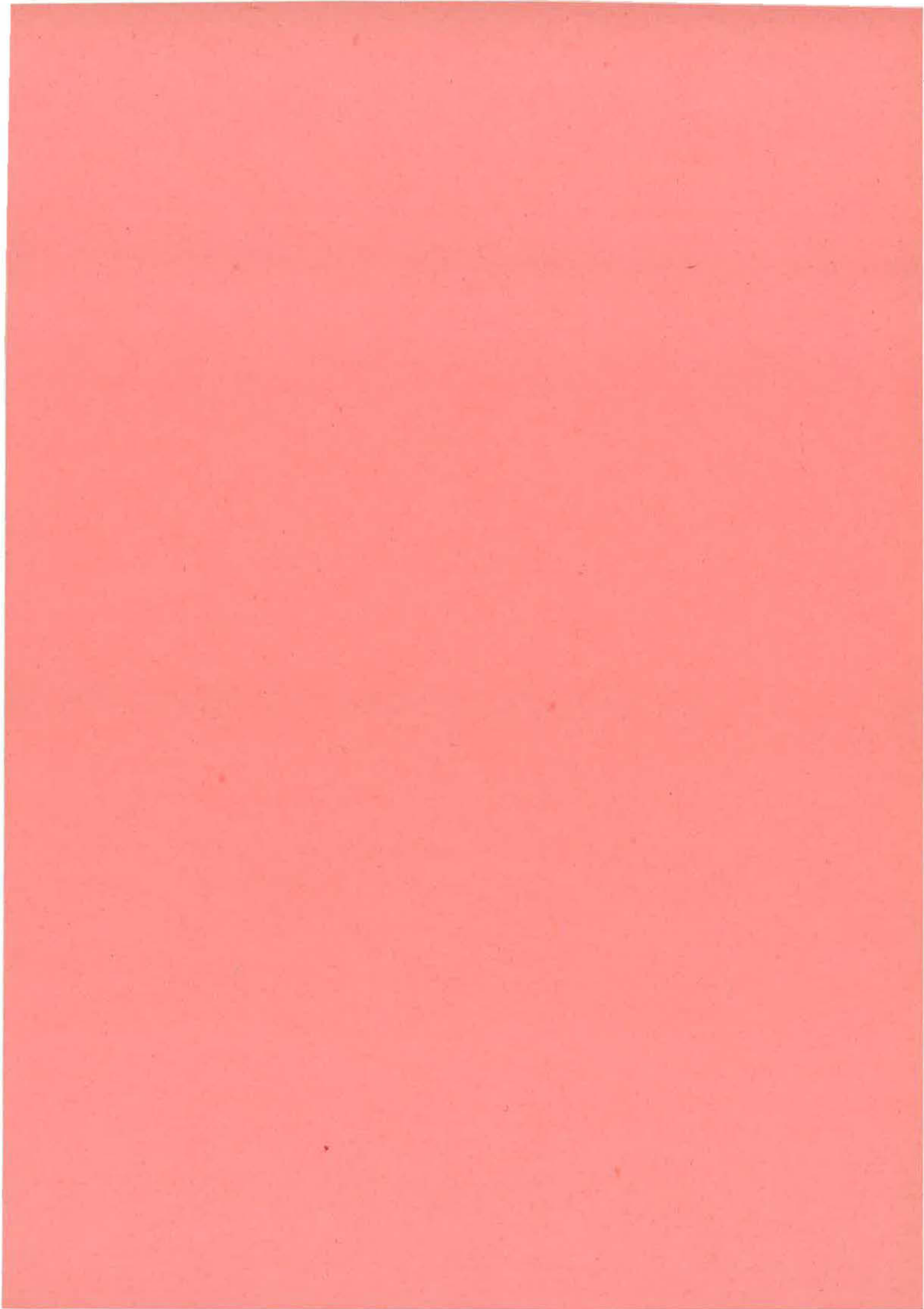


ir. E. LAFORCE.

De Hoofdingenieur-Directeur van  
Bruggen en Wegen,  
Directeur van het Waterbouwkundig  
Laboratorium,



ir. P. ROOVERS.





# LIJST DER BIJLAGEN

Bijlage nr.	Titel	W.L.nummer
Foto	Planzicht buitenhaven 1750 G	
1	Voorontwerp buitenhaven 1750 G : plan, type dwarsprofiel dam	79.321
2	Toestand Oostkust voor situatie T0, T6 en T7	79.322
3	5u00 voor hoogwater Zeebrugge	79.323
4	4u00 voor hoogwater Zeebrugge	79.324
5	3u00 voor hoogwater Zeebrugge	79.325
6	2u00 voor hoogwater Zeebrugge	79.326
7	1u00 voor hoogwater Zeebrugge	79.327
8	0u40 voor hoogwater Zeebrugge (max.vloed)	79.328
9	Hoogwater te Zeebrugge	79.329
10	1u00 na hoogwater Zeebrugge	79.330
11	2u00 na hoogwater Zeebrugge	79.331
12	3u00 na hoogwater Zeebrugge	79.332
13	4u00 na hoogwater Zeebrugge	79.333
14	5u00 na hoogwater Zeebrugge	79.334
15	5u30 na hoogwater Zeebrugge	79.335
16	6u00 na hoogwater Zeebrugge	79.336
17	Snelheidsprofiel langs de Pas van het Zand voor T0 HW - 2u00 tot HW + 2u00	79.366
18	Snelheidsprofiel langs de Pas van het Zand voor T0 HW + 3u00 tot HW + 6u00	79.367
19	Snelheidsprofiel langs de Pas van het Zand voor T0 HW + 6u00 tot HW - 3u00	79.368
20	Snelheidsprofiel langs de Pas van het Zand voor T6 HW - 2u00 tot HW + 2u00	79.369
21	Snelheidsprofiel langs de Pas van het Zand voor T6 HW + 3u00 tot HW + 6u00	79.370
22	Snelheidsprofiel langs de Pas van het Zand voor T6 HW + 6u00 tot HW - 3u00	79.371
23	Dwarskrachtverloop langs de Pas van het Zand voor T0 HW -2u00 tot HW + 2u00	79.372

24	Dwarskrachtverloop langs de Pas van het Zand voor T0 HW + 3u00 tot HW + 6u00	79.373
25	Dwarskrachtverloop langs de Pas van het Zand voor T0 HW + 6u00 tot HW - 3u00	79.374
26	Dwarskrachtverloop langs de Pas van het Zand voor T6 HW - 2u00 tot HW + 2u00	79.375
27	Dwarskrachtverloop langs de Pas van het Zand voor T6 HW + 3u00 tot HW + 6u00	79.376
28	Dwarskrachtverloop langs de Pas van het Zand voor T6 HW + 6u00 tot HW - 3u00	79.377
29	Overzicht Oostkust nabij krib 17 bij vloed voor de situatie T6	79.342
30	Overzicht Oostkust nabij krib 17 bij eb voor de situatie T6	79.343
31	Stroombeeld nabij krib 17. Vergelijking T6-T7 0u40 voor HW Zeebrugge	79.339
32	Stroombeeld nabij krib 17. Vergelijking T6-T7 5u30 na HW Zeebrugge	79.340
33	Procentuele snelheidsverandering voor eind- situatie 1750 G. vloed 1u00 voor HW	79.378
34	Procentuele snelheidsverandering voor eind- situatie 1750 G. vloed 0u40 voor HW	79.379
35	Procentuele snelheidsverandering voor eind situatie 1750 G. vloed hoogwater Zeebrugge	79.380
36	Procentuele snelheidsverandering voor eind- situatie 1750 G. eb 5u00 na HW	79.381
37	Procentuele snelheidsverandering voor eind- situatie 1750 G. eb 5u30 na HW	79.382
38	Procentuele snelheidsverandering voor eind- situatie 1750 G. eb 6u00 na HW	79.383
39	Snelheidsverandering in de referentiezones voor uitbouw 1750 G.	79.384
40	Hoekverdraaiing der snelheden na de eindsituatie 1750 G. 1u00 voor HW	79.385
41	Hoekverdraaiing der snelheden na de eindsituatie 1750 G. 0u40 voor HW	79.386
42	Hoekverdraaiing der snelheden na de eindsituatie 1750 G. Hoogwater	79.387
43	Hoekverdraaiing der snelheden na de eindsituatie 1750 G. 5u00 na HW	79.388



44	Hoekverdraaiing der snelheden na de eindsituatie 1750 G. 5u30 na HW	79.389
45	Hoekverdraaiing der snelheden na de eindsituatie 1750 G. 6u00 na HW	79.390
46	T6 - Uitbouw 1750 G met suppletie en krib. Oppervlaktesnelheden (met drijvers). Vergelij- king met TR51 permanentiemodel - 5u30 na HW	79.337
47	T6 - Uitbouw 1750 G met suppletie en krib. Oppervlaktesnelheden (met drijvers). Vergelij- king met TR51 permanentiemodel. 9u40 voor HW	79.338
48	Vergelijking van de snelheid langs de Pas van het Zand voor 1750 G tijmodel en permanentiemodel (max.vloed).	79.391
49	Vergelijking van de stroomrichting langs de Pas van het Zand voor 1750 G tijmodel en permanen- tiemodel (max. vloed)	79.392
50	Vergelijking van de dwarskracht langs de Pas van het Zand voor 1750 G tijmodel en permanen- tiemodel (max. vloed)	79.393
51	Vergelijking van de snelheid langs de Pas van het Zand voor 1750 G tijmodel en permanentiemodel (max. vloed)	79.394
52	Vergelijking van de stroomrichting langs de Pas van het Zand voor 1750 G tijmodel en perma- nentiemodel (max.vloed)	79.395
53	Vergelijking van de dwarskracht langs de Pas van het Zand voor 1750 G tijmodel en perma- nentiemodel (max.eb)	79.396
54	Procentuele snelheidsverandering voor 1750 G TR51 - permanentiemodel, max. vloed	79.397
55	Procentuele snelheidsverandering voor 1750 G TR51 - permanentiemodel, max. eb	79.398
56	Hoekverdraaiing der snelheden voor 1750 G TR51 - permanentiemodel, maximum vloed	79.399
57	Hoekverdraaiing der snelheden voor 1750 G TR51 - permanentiemodel, maximum eb.	79.400
58	Procentuele snelheidsverandering voor eind- situatie 1750 G voor wiskundig tijmodel en fy- sich tijmodel, maximum vloed.	79.401
59	Procentuele snelheidsverandering voor eind- situatie 1750 G voor wiskundig model en fy- sich tijmodel, maximum eb.	79.402



60	Richtingsverandering voor eindsituatie 1750 G voor wiskundig model en fysisch tijmodel - maximum vloed.	79.403
61	Richtingsverandering voor eindsituatie 1750 G voor wiskundig model en fysisch tijmodel - maximum eb.	79.404

ZAND

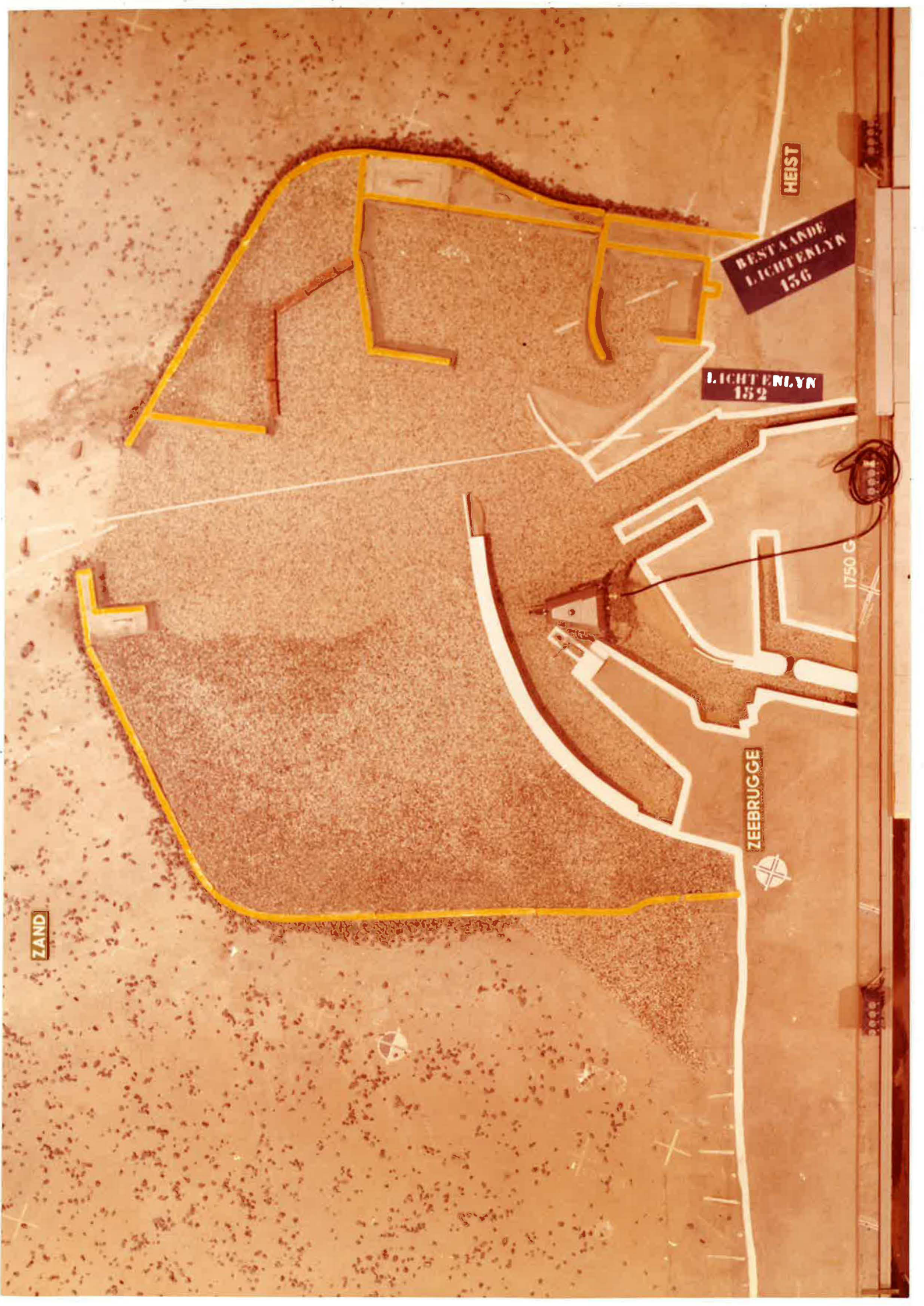
ZEEBRUGGE

LICHTENLYN  
152

RESTAANDE  
LICHTENLYN  
156

HEIST

1750 G







WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

# MOD. 265/2-2 TIJDOVERZICHTSMODEL VAN DE KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 1

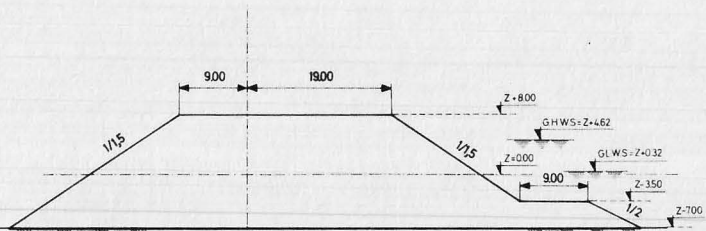
VOORONTWERP  
PLAN , TYPE

BUITENHAVEN  
DWARSPROFIEL

1750 G  
DAM

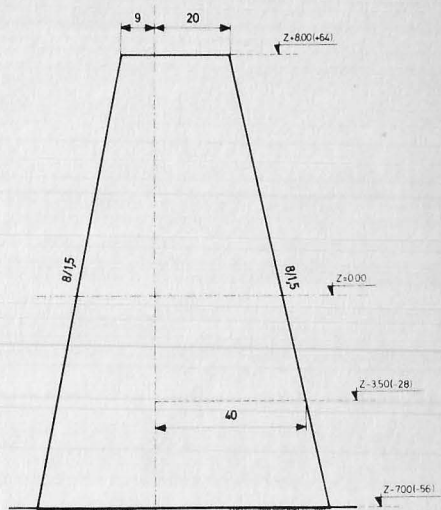
SCHAAL : 1/1000

SCHAAL : 1/2



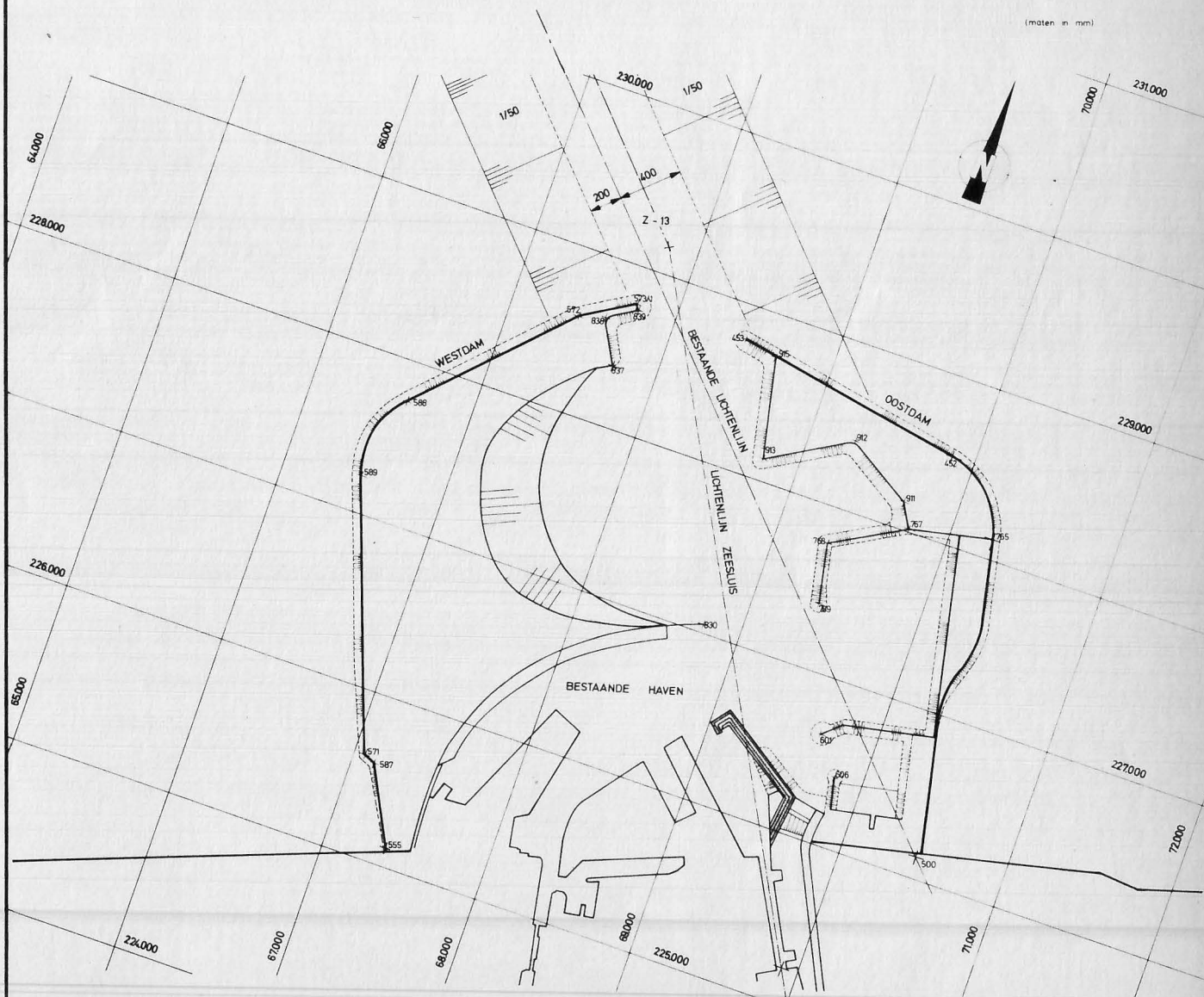
VEREENVOUDIGD PROFIEL  
PROTOTYPE

(maten in m)



VEREENVOUDIGD PROFIEL  
MODEL

(maten in mm)



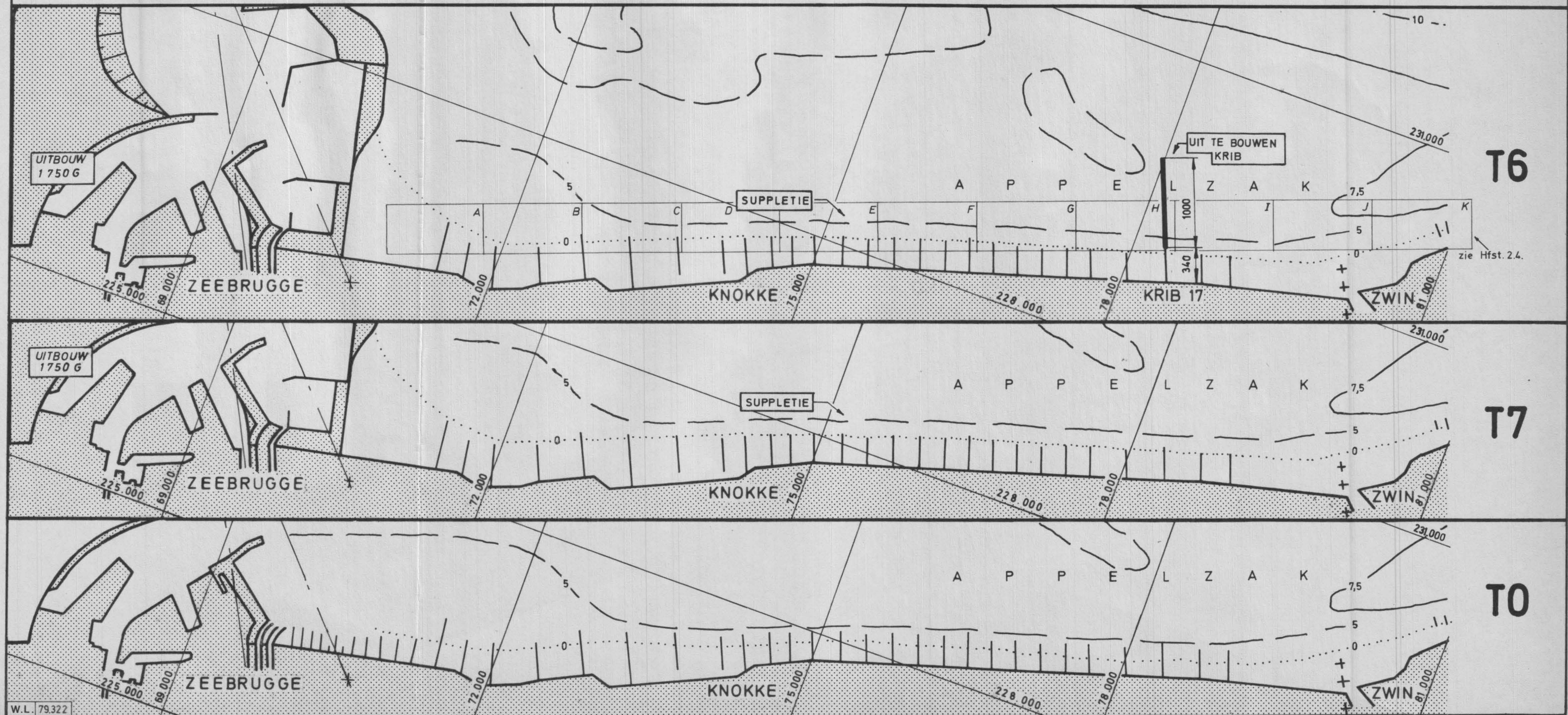
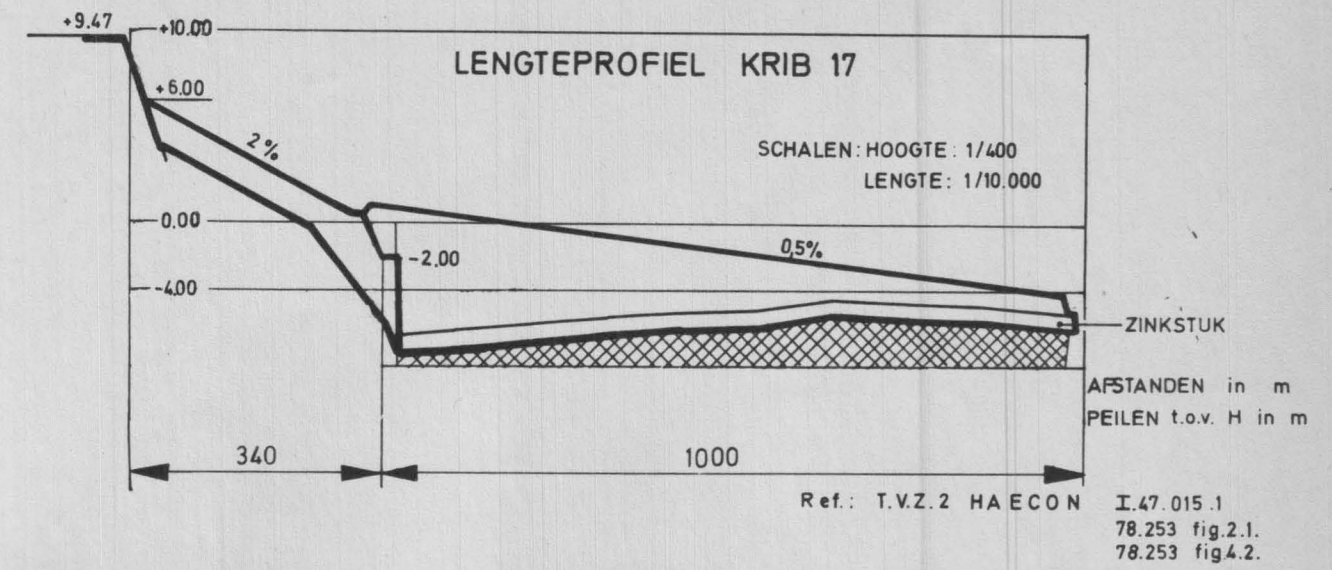
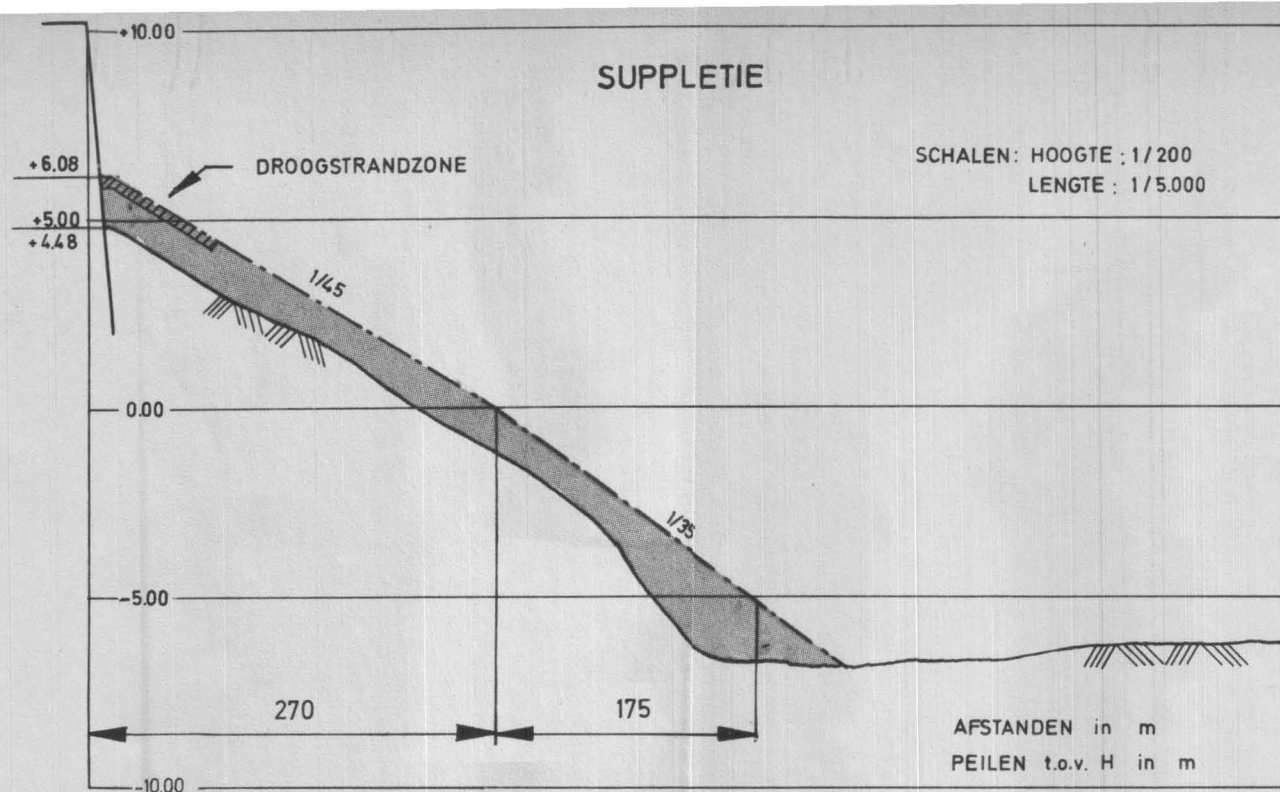
SCHAAL PLAN : 1/40.000

W.L. 79.321

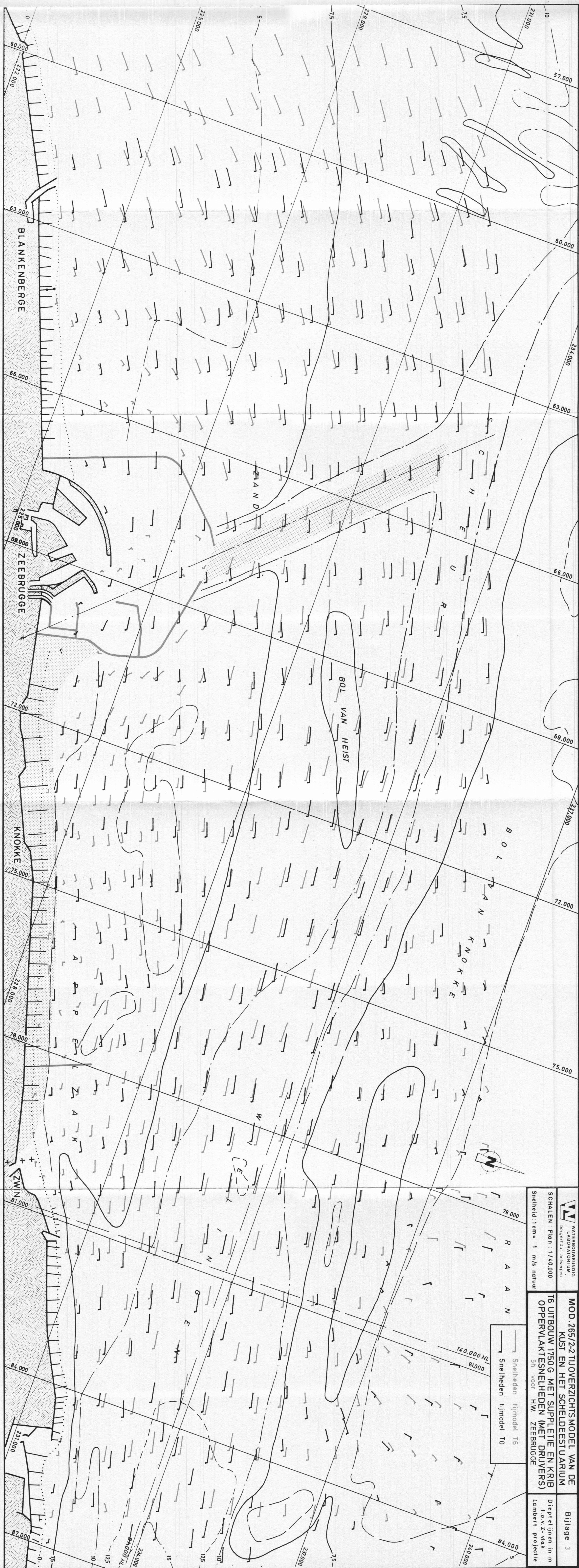
Ref: T.V.Z.2 HAECON I.45.066.1AB  
I.45.046.1AB



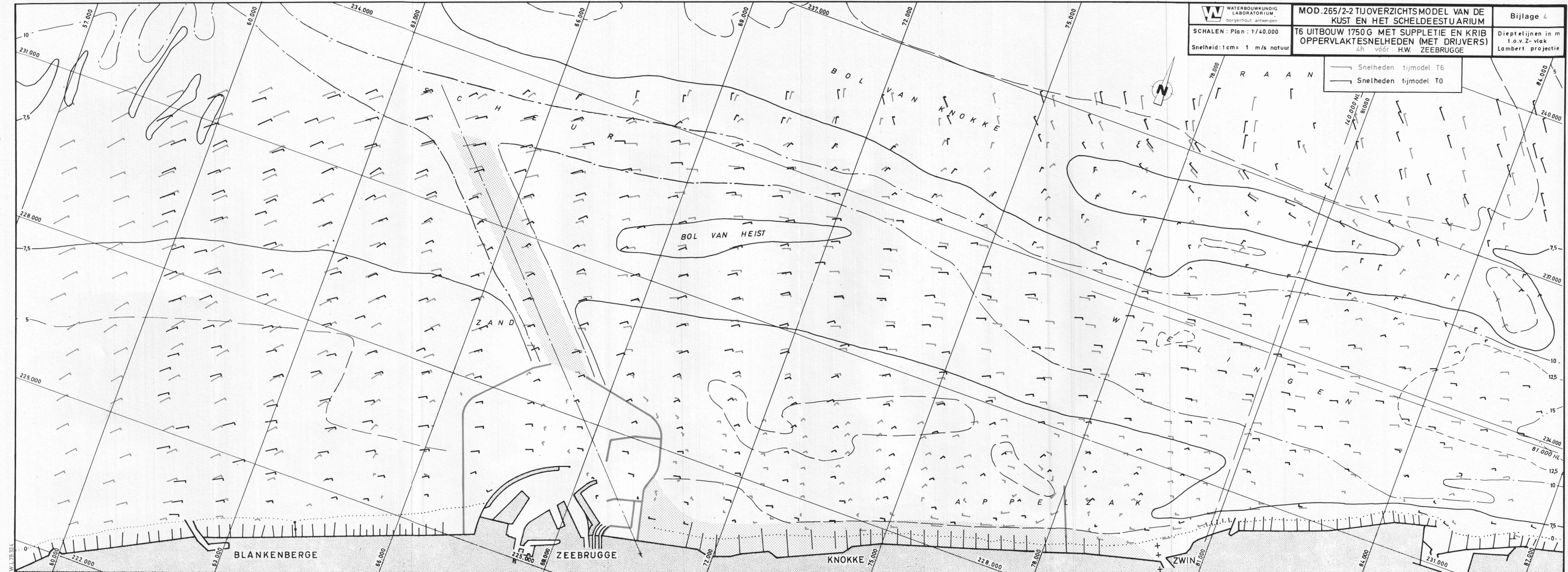
SCHAAL : 1 / 40.000













**W** WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

SCHALEN : Plan : 1/40.000

Snelheid: 1cm = 1 m/s natuur

**MOD.265/2-2 TIJDOVERZICHTSMODEL VAN DE  
KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM**

**T6 UITBOUW 1750 G MET SUPPLETIE EN KRIB  
OPPERVLAKTESNELHEDEN (MET DRIJVERS)**  
3h vóór H.W. ZEEBRUGGE

**Bijlage 5**

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z-vlak  
Lambert projectie

— Snelheden tijmodel T6  
— Snelheden tijmodel T0





SCHALEN: Plan: 1/40.000  
Snelheid: 1 cm = 1 m/s natuur

— Snelheden tijmodel T6  
— Snelheden tijmodel T0







SCHALEN : Plan : 1/40.000  
Snelheid : 1 cm = 1 m/s natuur

MOD.265/2-2 TIJDOVERZICHTSMODEL VAN DE  
KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM  
T5 UITBOUW 1750 G MET SUPPLETIE EN KRIB  
OPPERVLAKTESNELHEDEN (MET DRIJVERS)  
1h vóór H.W. ZEEBRUGGE

Bijlage 7

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z-vlak  
Lambert projectie

- Snelheden tijmodel T6
- Snelheden tijmodel T0







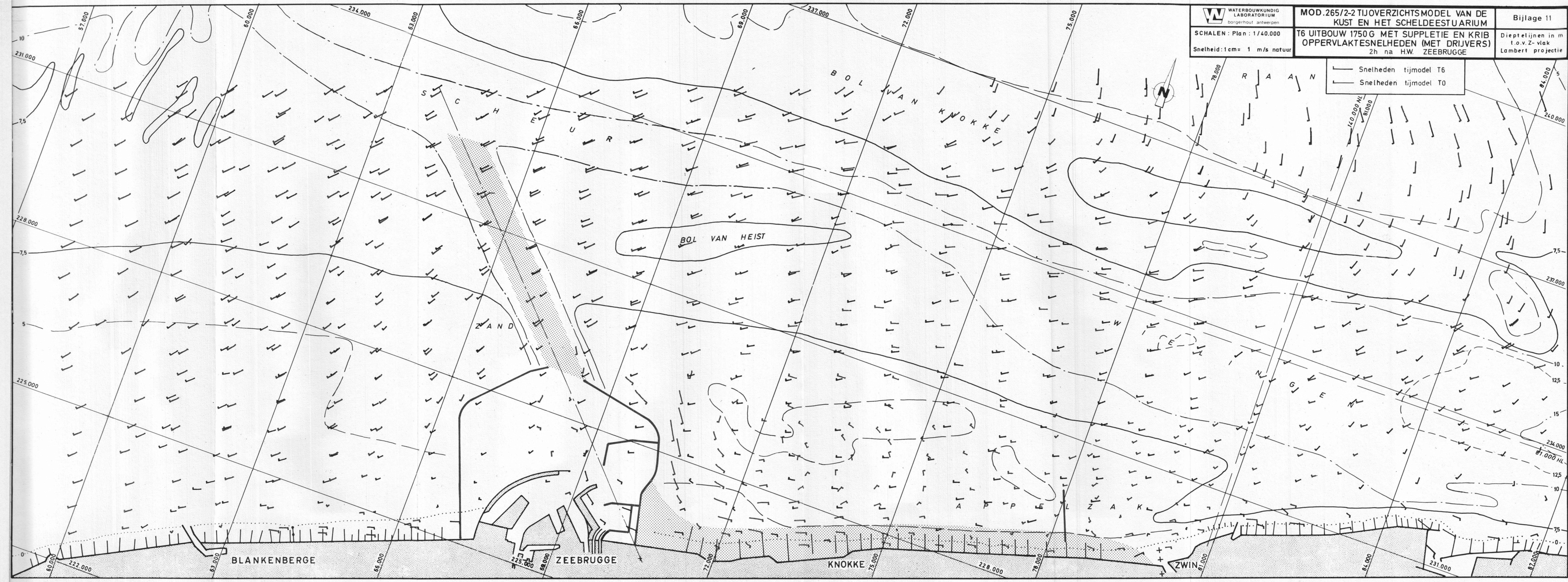




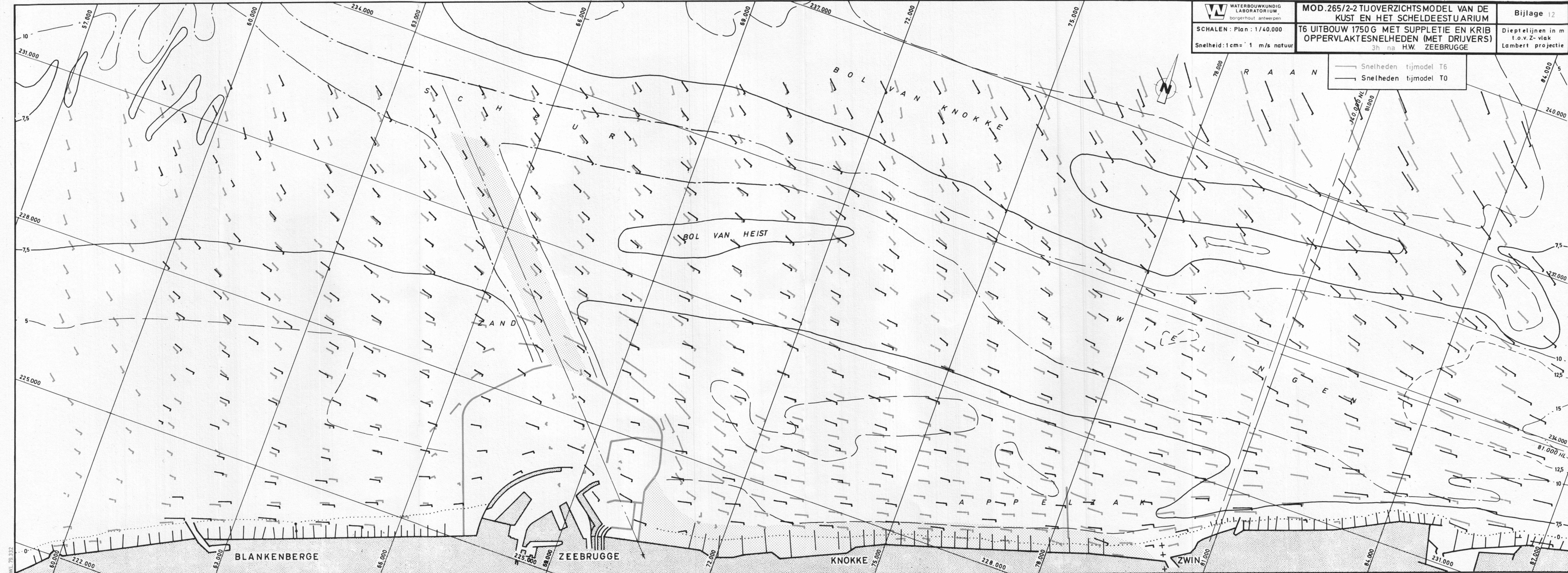




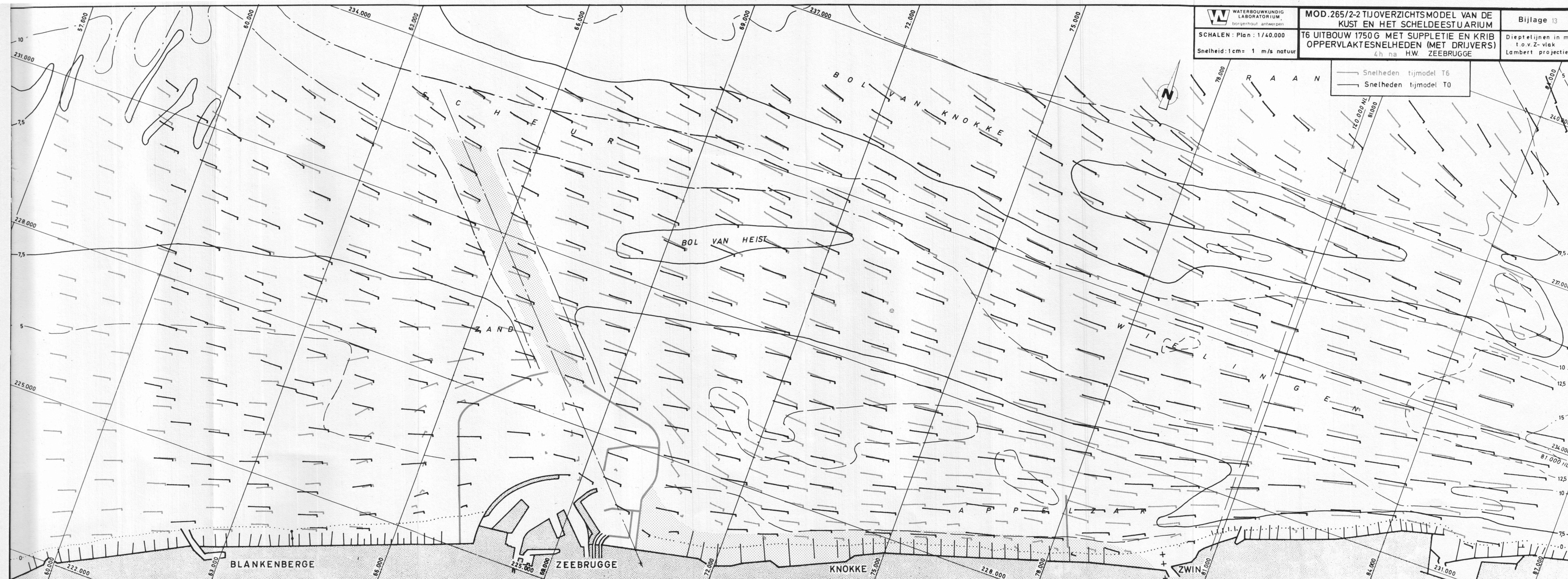




















WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

SCHALEN : Plan : 1/40.000  
Snelheid: 1cm= 1 m/s natuur

MOD.265/2-2 TIJOVERZICHTSMODEL VAN DE  
KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

T6 UITBOUW 1750 G MET SUPPLETIE EN KRIB  
OPPERVLAKTESNELHEDEN (MET DRIJVERS)  
5h30 na H.W. ZEEBRUGGE

Bijlage 15

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z-vlak  
Lambert projectie

Snelheden tijmodel T6

Snelheden tijmodel T0

This hydrographic map illustrates the Scheldt estuary, including the coastal area from Blankenberge to Zeebrugge and the inland area towards Knokke and Zwijn. The map features a grid of depth contours (isobaths) labeled with values such as 231.000, 228.000, 225.000, 222.000, 219.000, 216.000, 213.000, 210.000, 207.000, 204.000, 201.000, 198.000, 195.000, 192.000, 189.000, 186.000, 183.000, 180.000, 177.000, 174.000, 171.000, 168.000, 165.000, 162.000, 159.000, 156.000, 153.000, 150.000, 147.000, 144.000, 141.000, 138.000, 135.000, 132.000, 129.000, 126.000, 123.000, 120.000, 117.000, 114.000, 111.000, 108.000, 105.000, 102.000, 99.000, 96.000, 93.000, 90.000, 87.000, 84.000, 81.000, 78.000, 75.000, 72.000, 69.000, 66.000, 63.000, 60.000, 57.000, 54.000, 51.000, 48.000, 45.000, 42.000, 39.000, 36.000, 33.000, 30.000, 27.000, 24.000, 21.000, 18.000, 15.000, 12.000, 9.000, 6.000, 3.000, 0.000. The map also shows current velocity vectors (arrows) and two models of current velocities: T6 (lighter lines) and T0 (darker lines). Key locations labeled include Blankenberge, Zeebrugge, Knokke, Zwijn, and various islands and shoals like Bol van Heist, Bol van Knokke, and Raaan. A north arrow is located in the upper right quadrant.









WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout, antwerpen

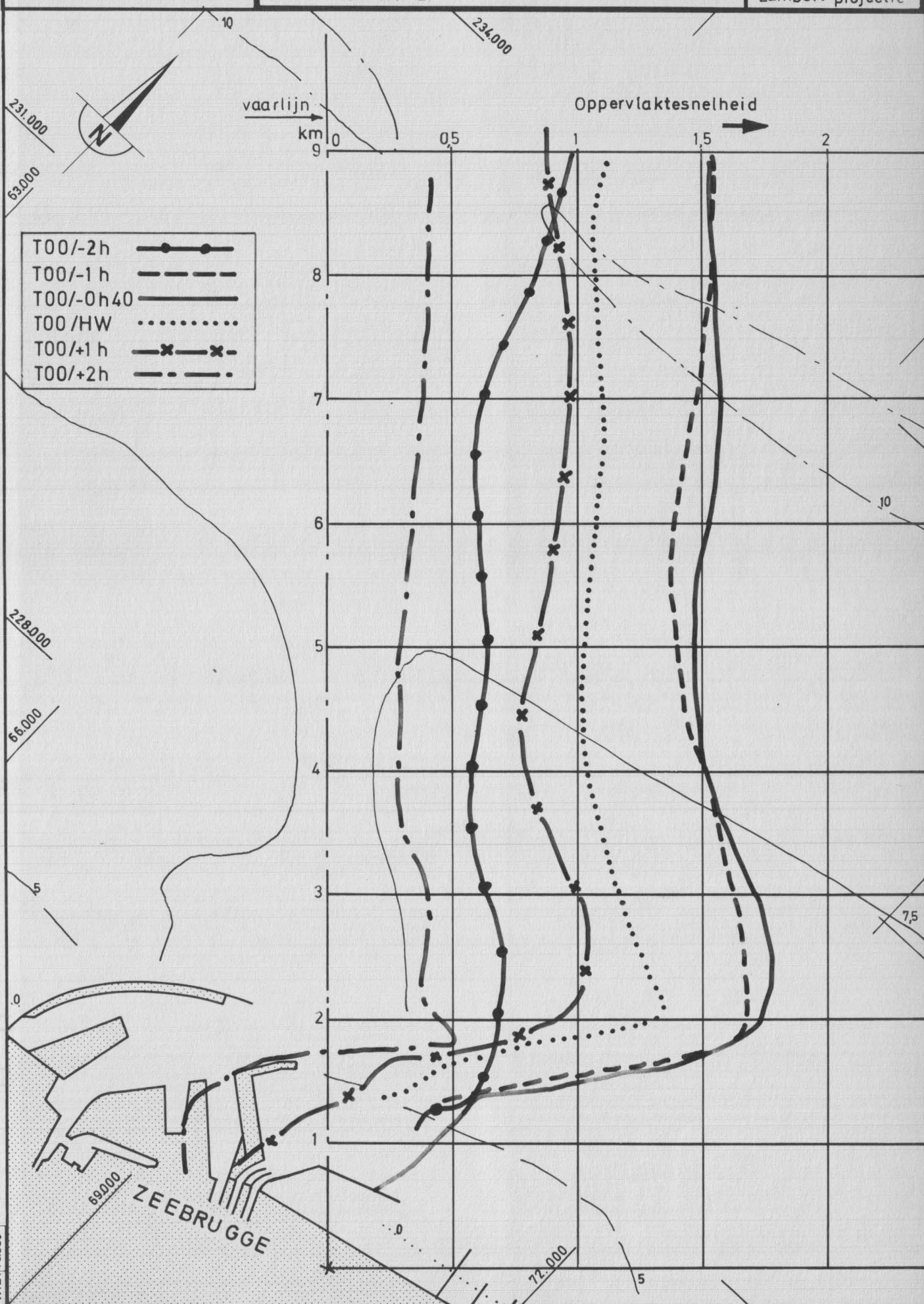
# MOD.265/2-TIJOVERZICHTSMODEL VAN DE KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 17

SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE RAAI  
PAS VAN HET ZAND VOOR T0  
HW-2h tot HW+2h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie







WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

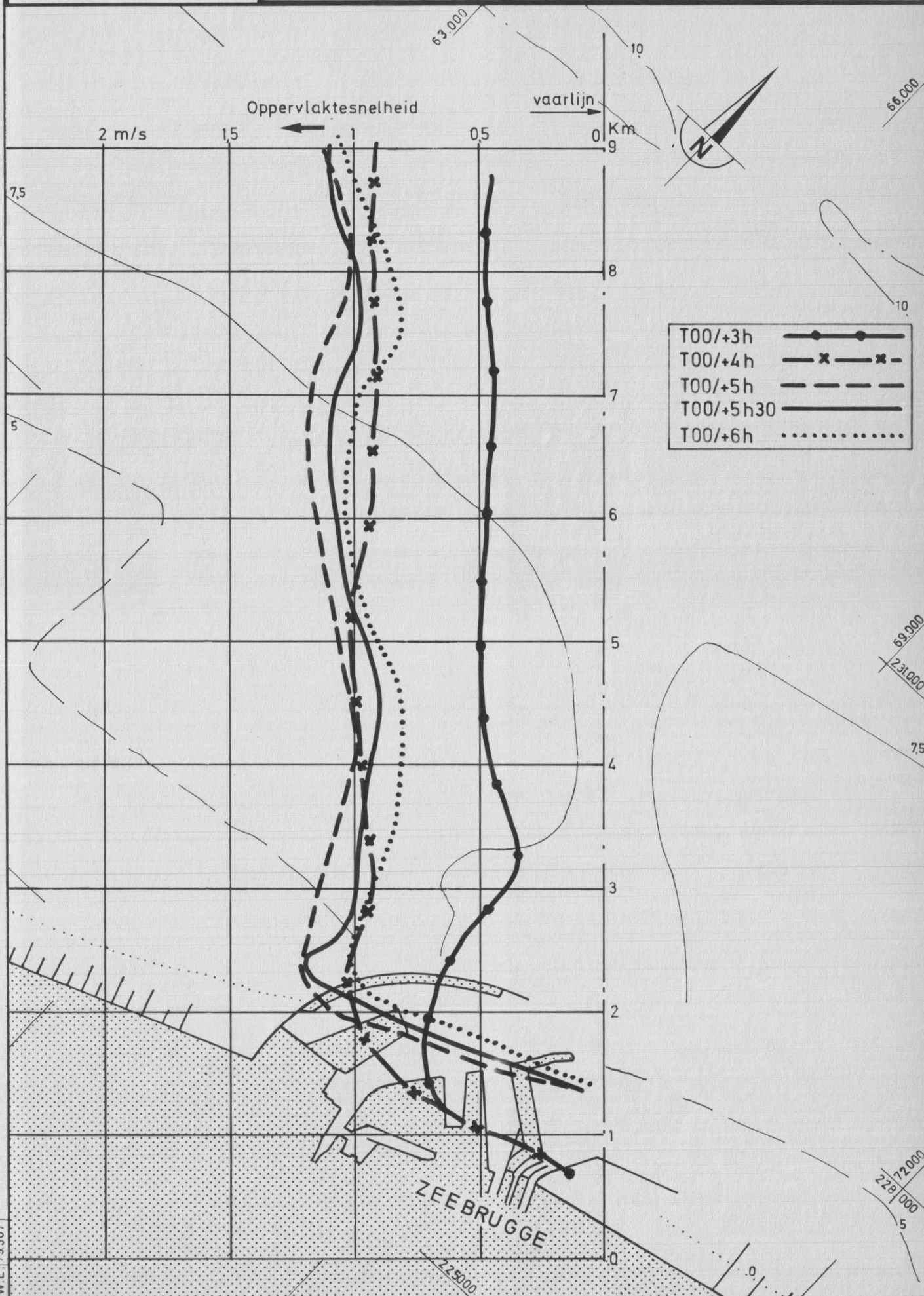
# MOD. 265/2-2 TIJDOVERZICHTSMODEL VAN DE KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 18

SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE RAAI  
PAS VAN HET ZAND VOOR TO  
HW+3h tot HW+6h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie

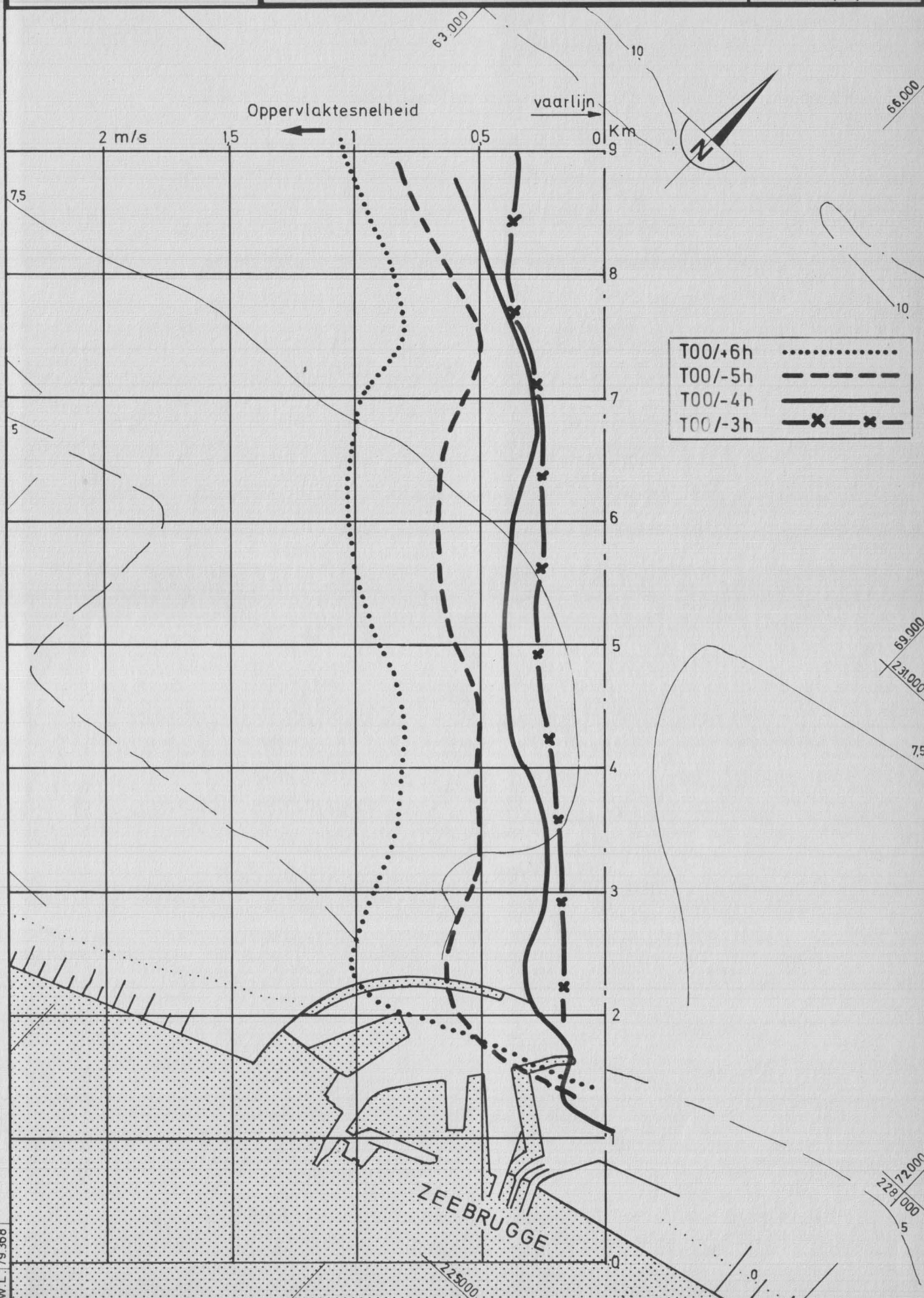




SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE RAAI  
PAS VAN HET ZAND VOOR TO  
HW+6h tot HW-3h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie



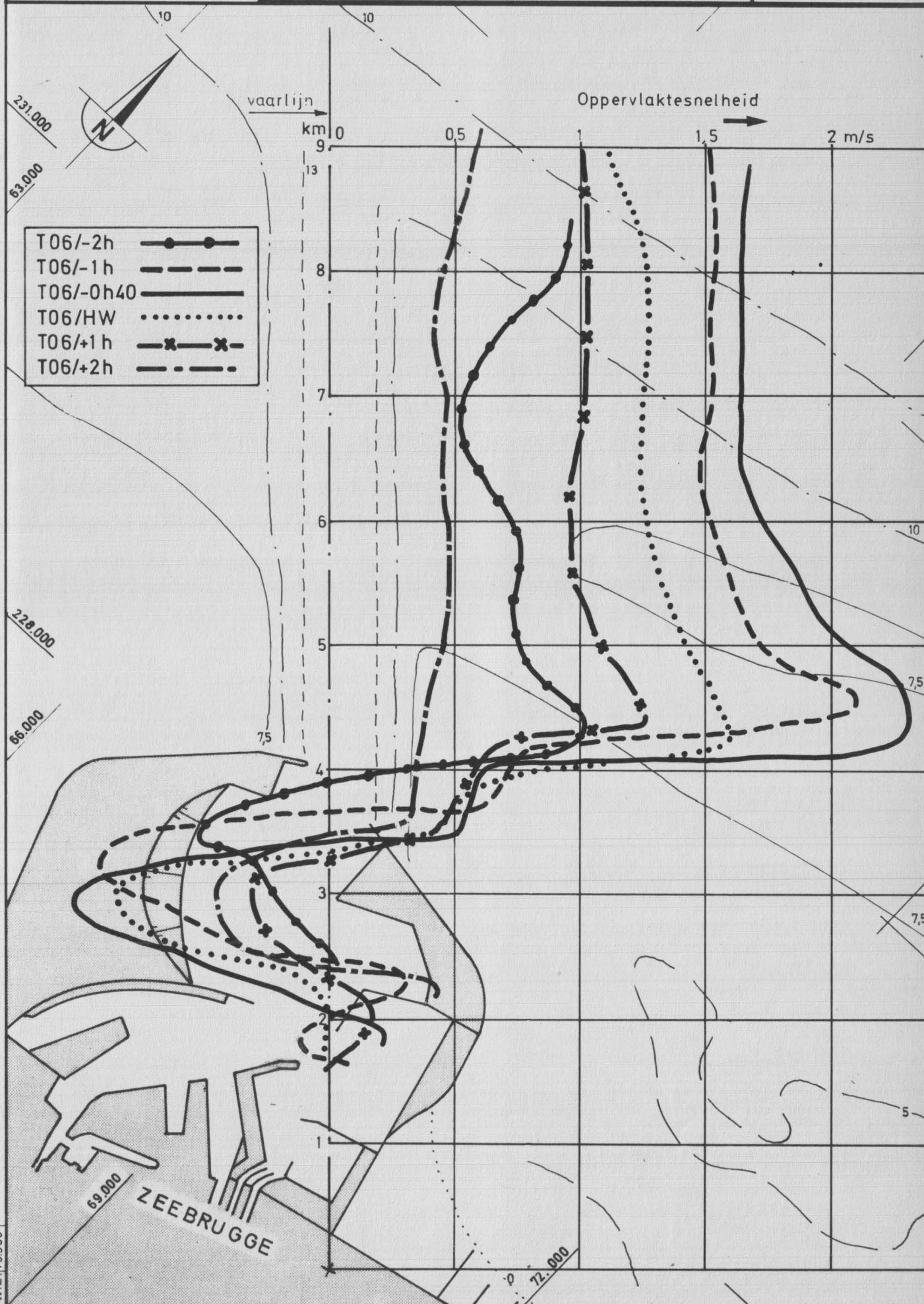




SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE PAS  
VAN HET ZAND VOOR T6  
HW-2h tot HW+2h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie



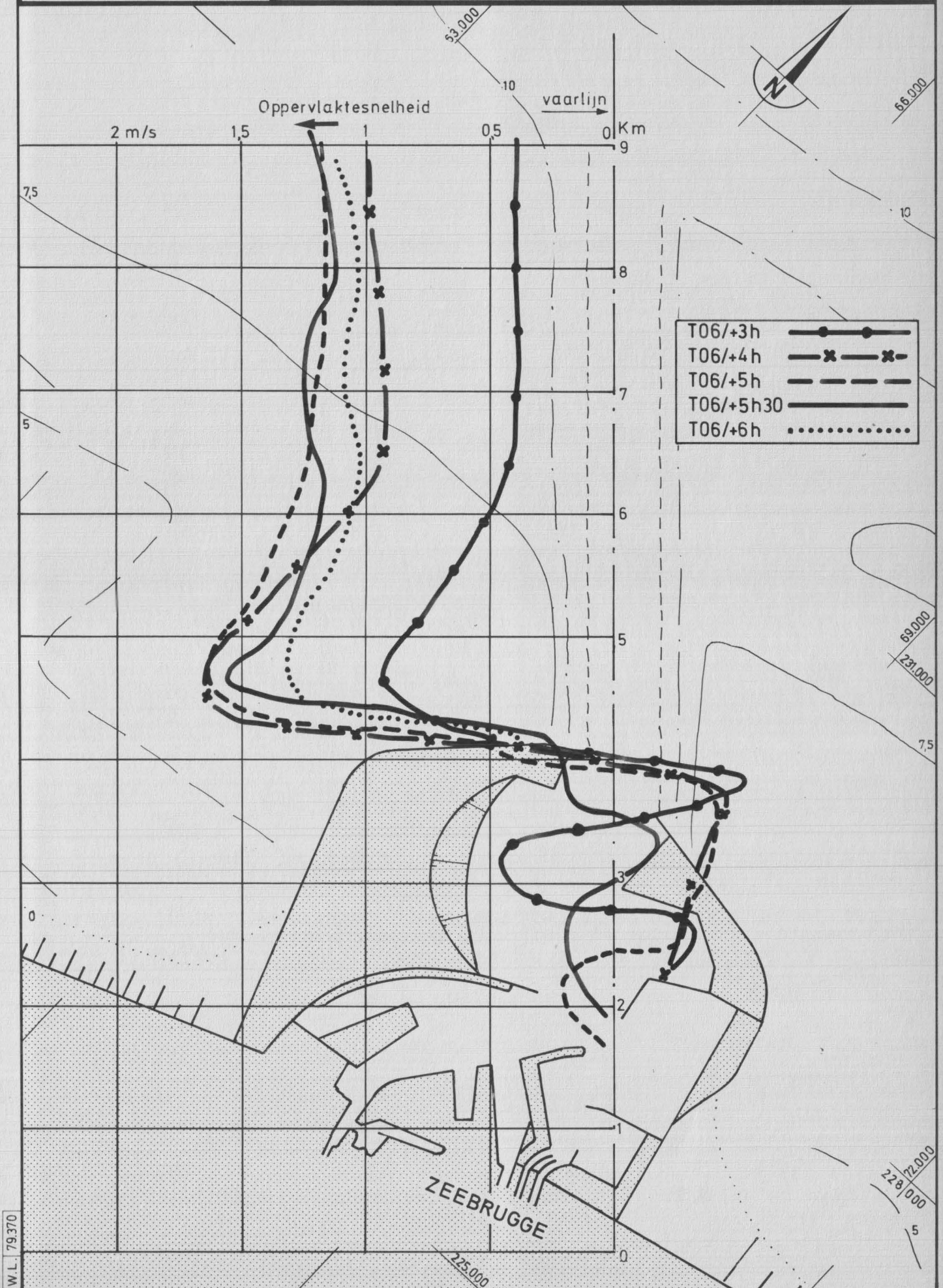




SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE RAAI  
PAS VAN HET ZAND VOOR T6  
HW+3h tot HW+6h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie



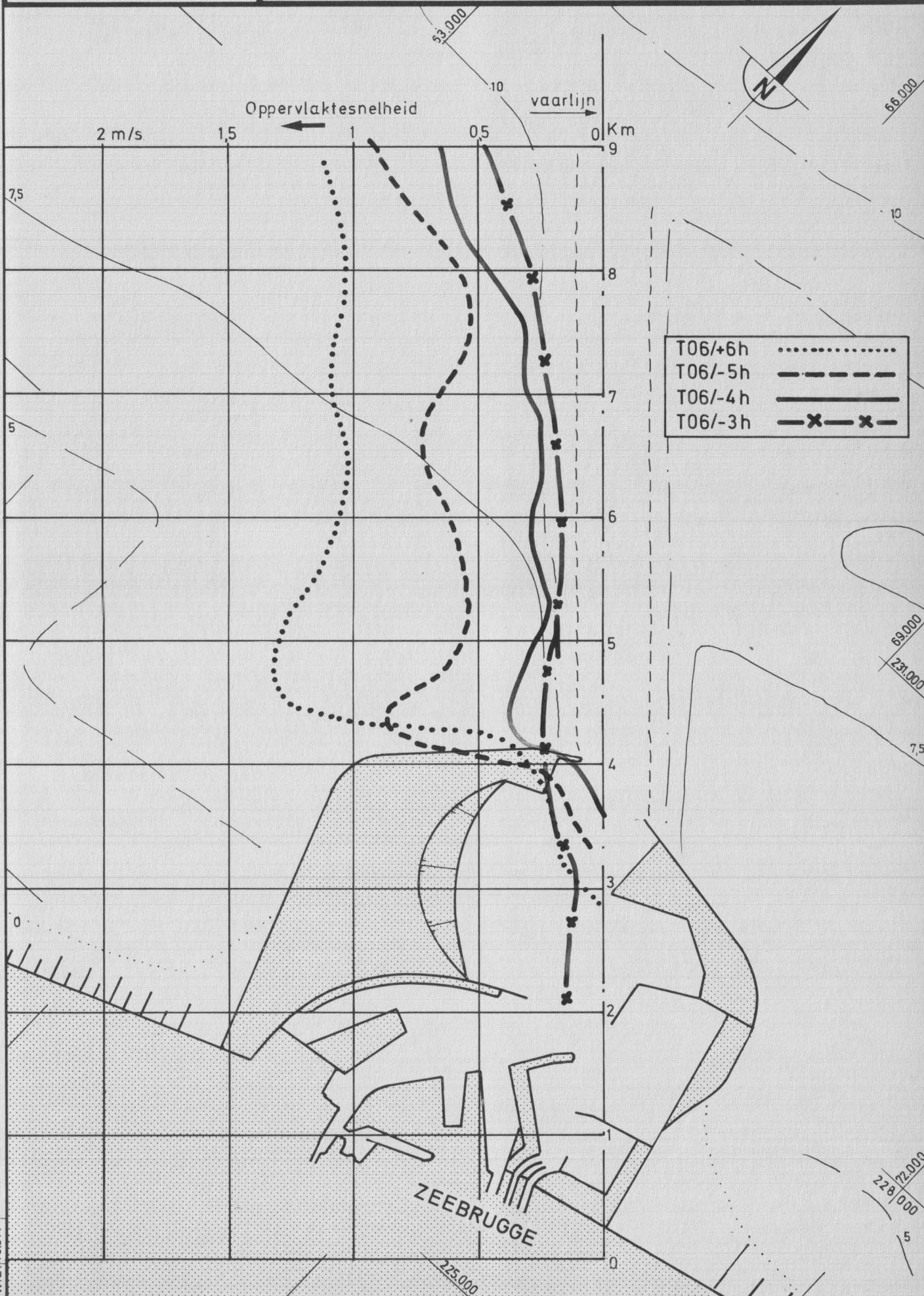




SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

SNELHEIDSPROFIEL LANGS DE RAAI  
PAS VAN HET ZAND VOOR T6  
HW+6h tot HW-3h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie



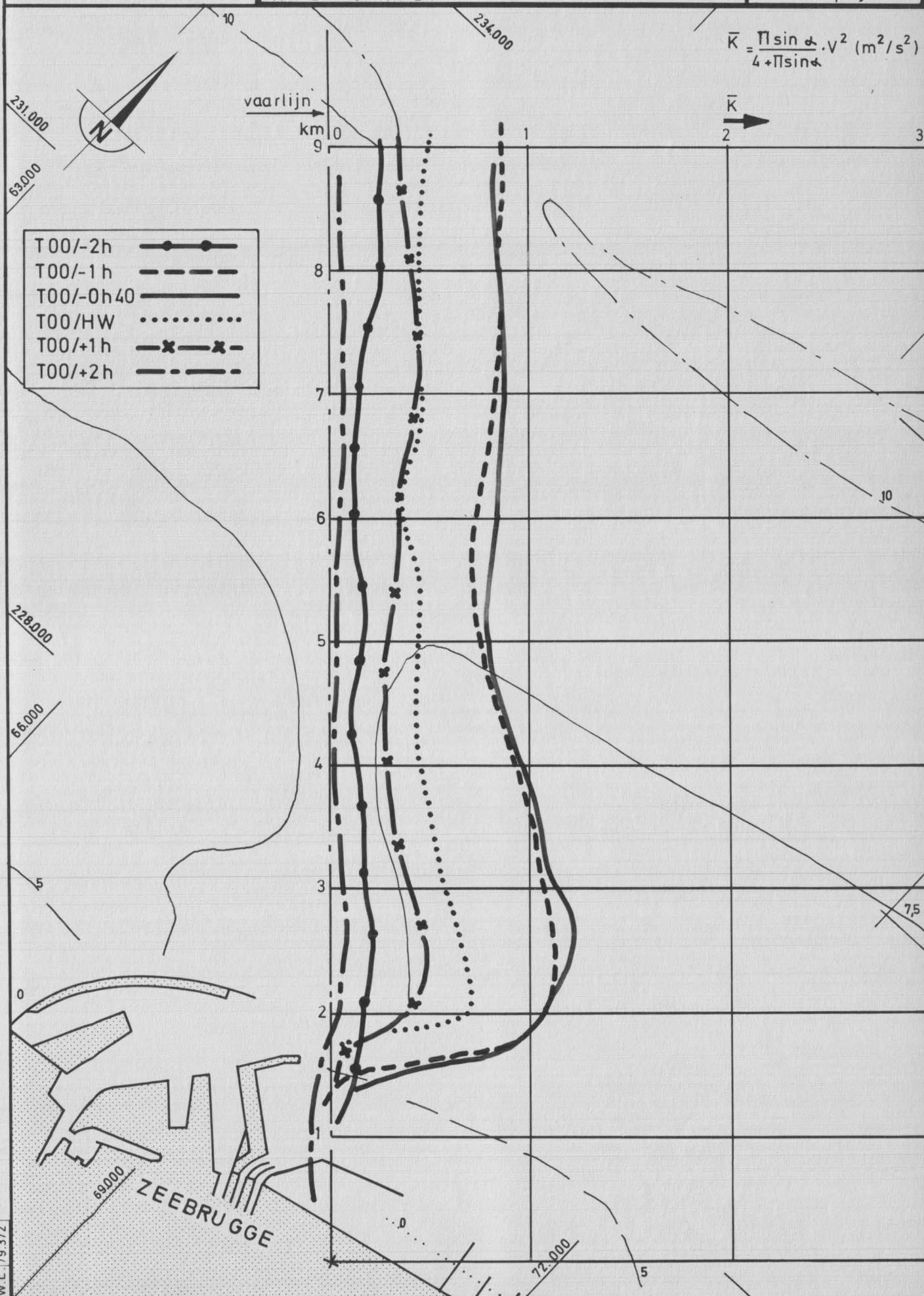




SCHALEN: Plan 1/40.000  
Dwarskrachtgr:  $1\text{cm} = 0,25\text{m}^2/\text{s}^2$

DWARSKRACHTVERLOOP LANGS DE PAS VAN  
HET ZAND VOOR T0.  
HW-2h tot HW+2h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie







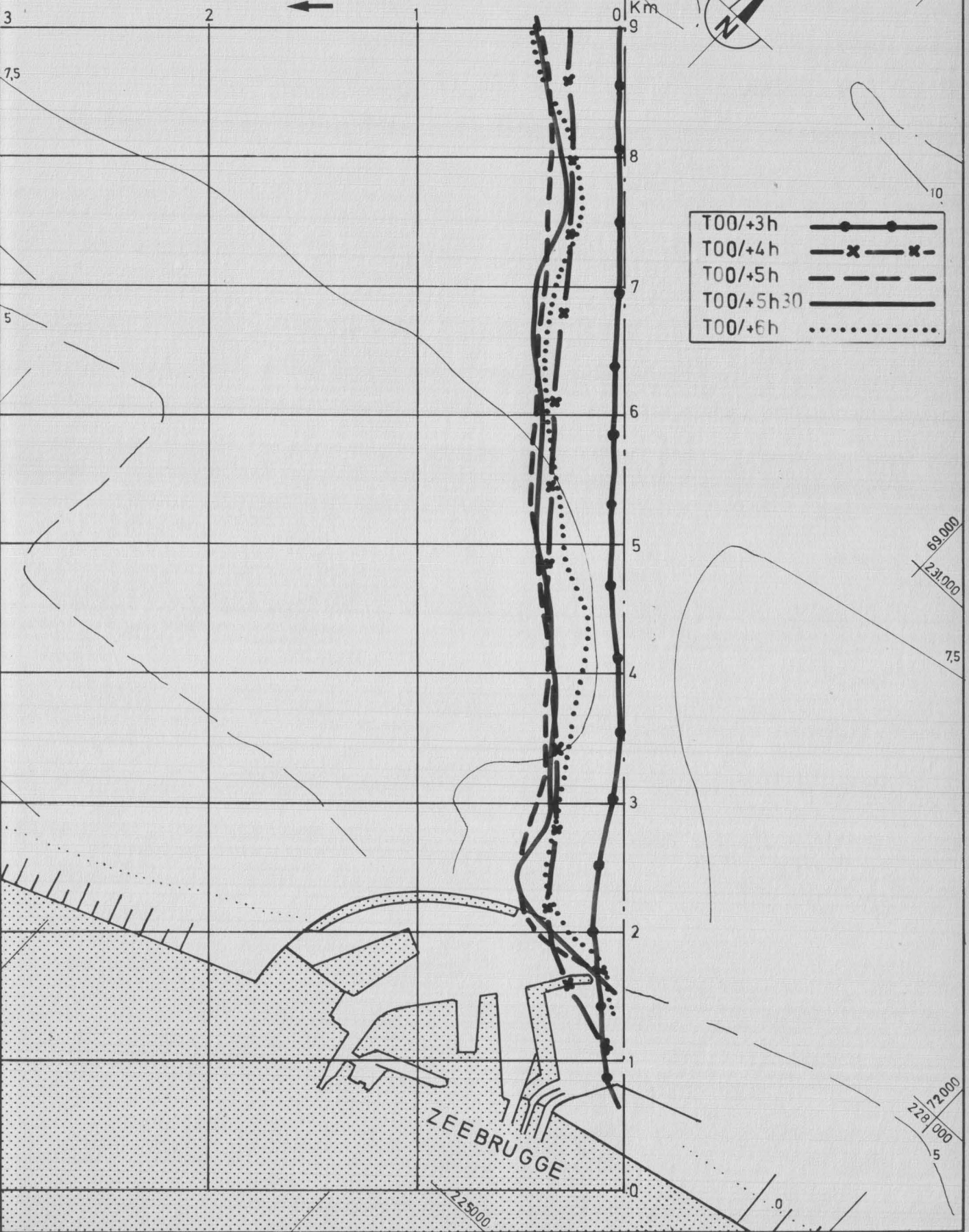
SCHALEN: Plan 1/40.000

Dwarskrachtgr: 1cm = 0,25m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

DWARSKRACHTVERLOOP LANGS DE PAS VAN  
HET ZAND VOOR TO  
HW+3h tot HW+6h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie

$$\bar{K} = \frac{\pi \sin \alpha \cdot v^2}{4 + \pi \sin \alpha} \text{ (m}^2/\text{s}^2\text{)}$$







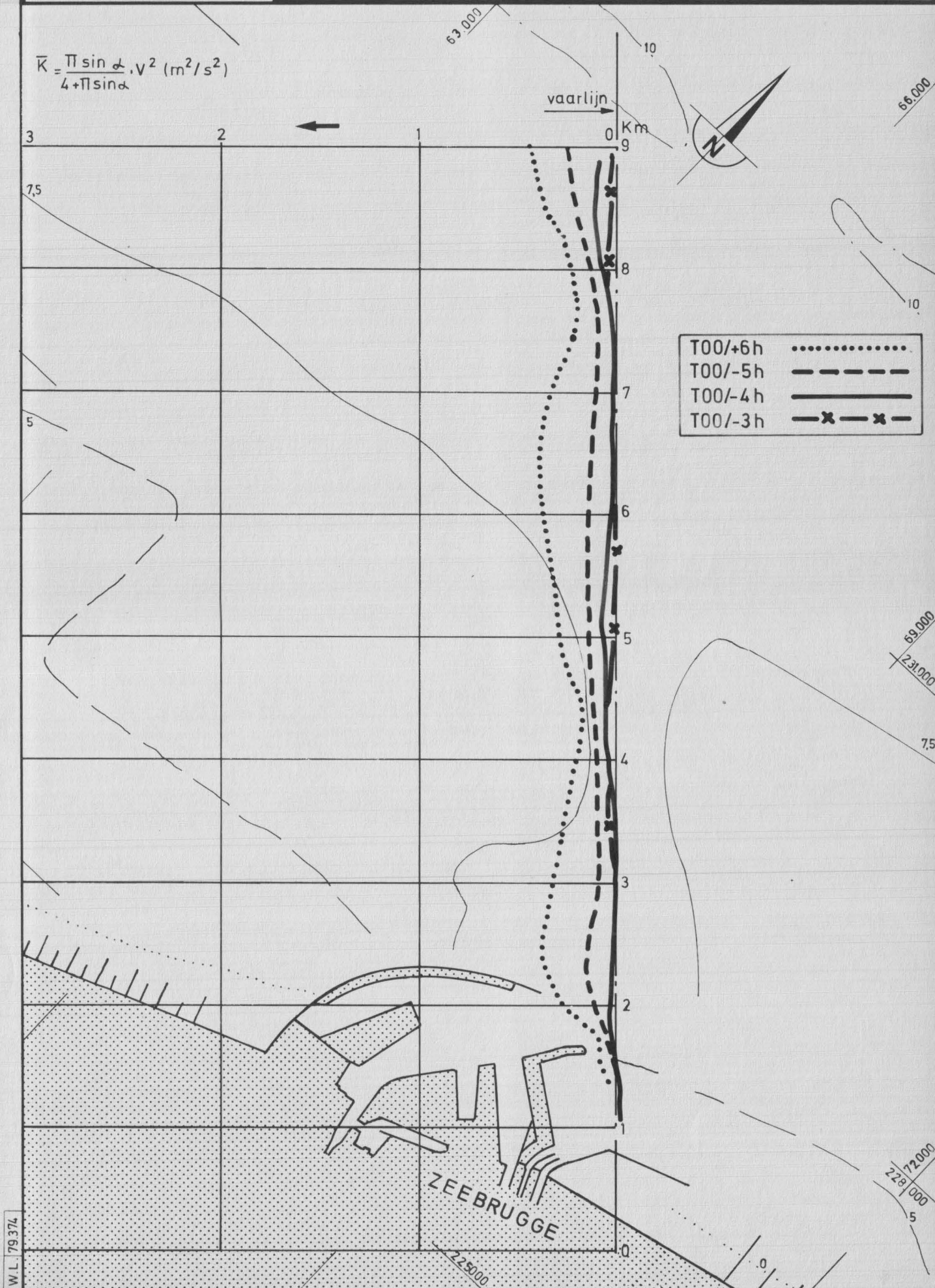
SCHALEN: Plan 1/40.000

Dwarskrachtgr:  $1\text{cm} = 0,25\text{m}^2/\text{s}^2$

DWARSKRACHTVERLOOP LANGS DE PAS VAN  
HET ZAND VOOR T0  
HW+6h tot HW-3h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie

$$\bar{K} = \frac{\pi \sin \alpha \cdot v^2}{4 + \pi \sin \alpha} \quad (\text{m}^2/\text{s}^2)$$



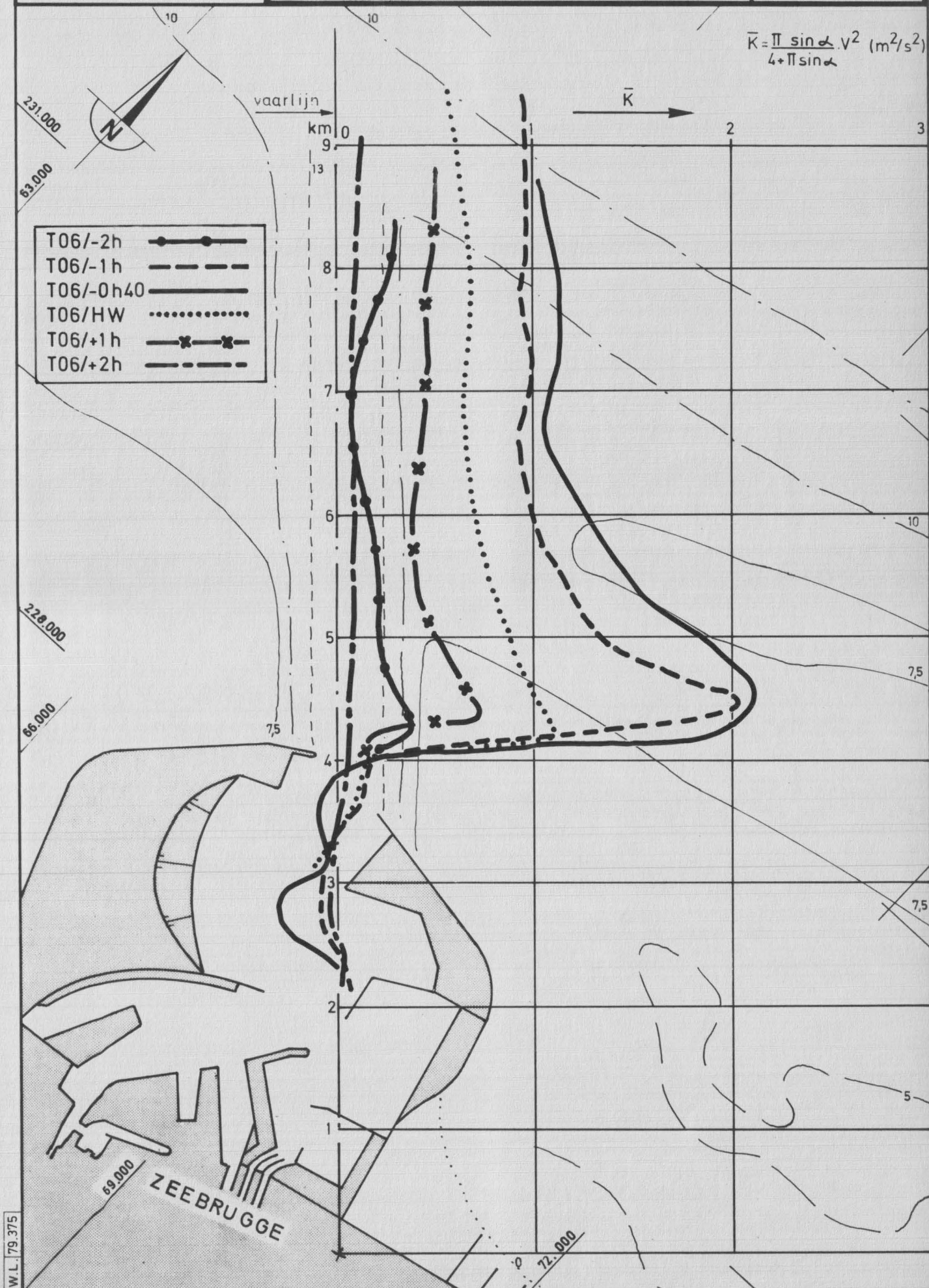




SCHALEN: Plan 1/40.000  
Dwarskrachtgr.  $1\text{cm}=0,25\text{m}^2/\text{s}^2$

DWARSKRACHTVERLOOP LANGS DE PAS VAN  
HET ZAND VOOR T6  
HW-2h tot HW+2h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie



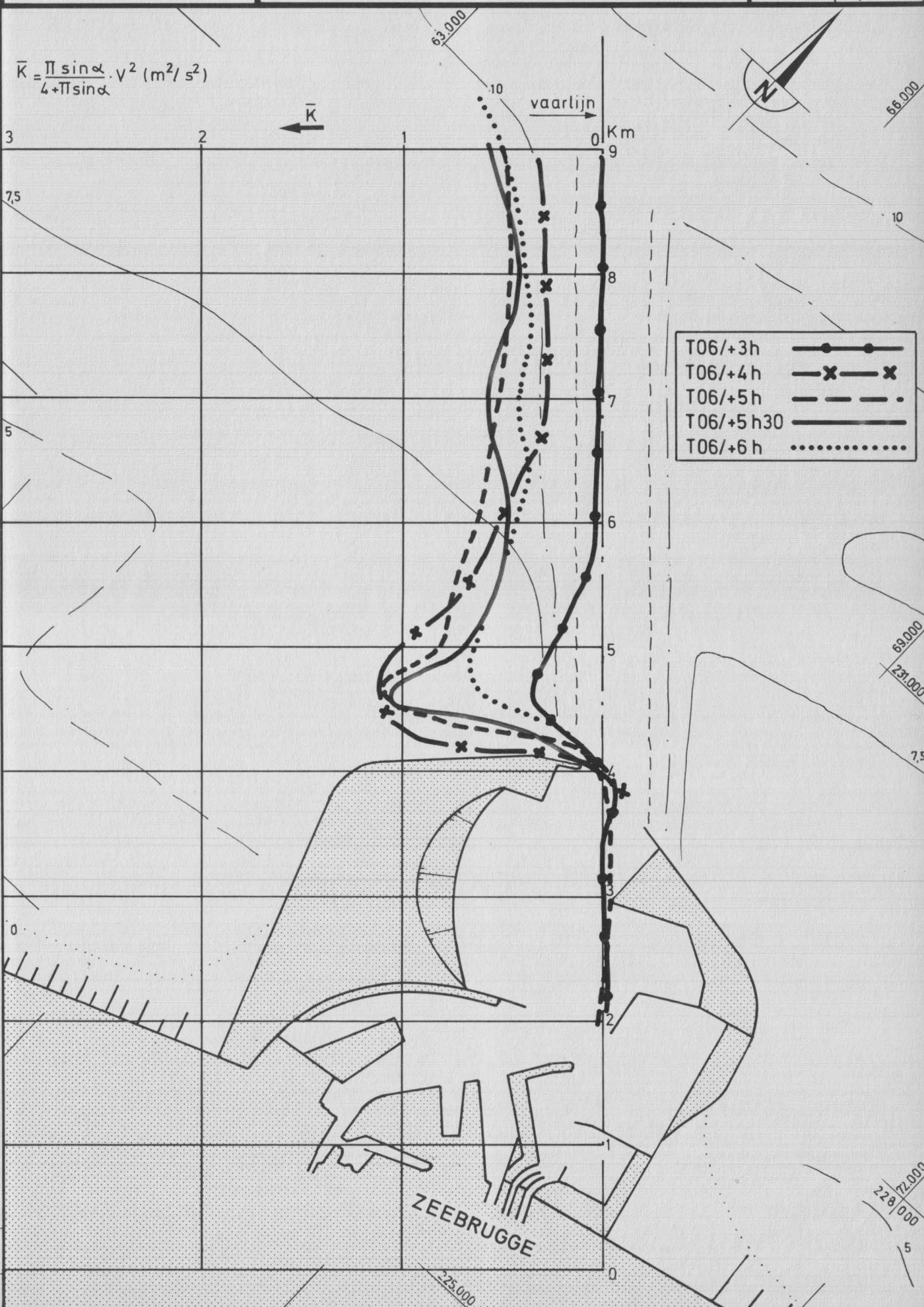




SCHALEN: Plan 1/40.000  
Dwarskrachtgr: 1cm=0,25m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

DWARKRACHTVERLOOP LANGS DE PAS VAN  
HET ZAND VOOR T6  
HW+3h tot HW+6h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie



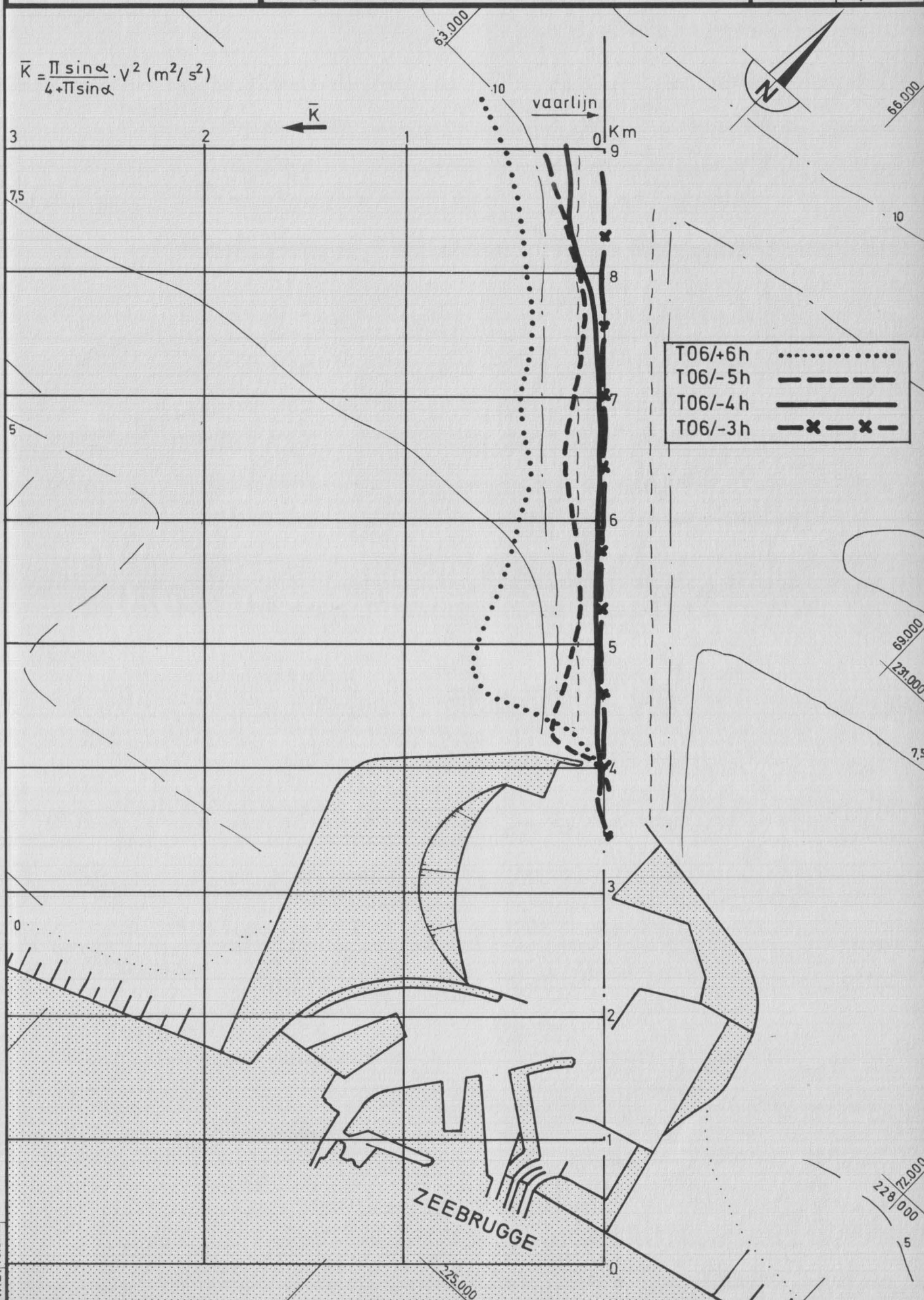




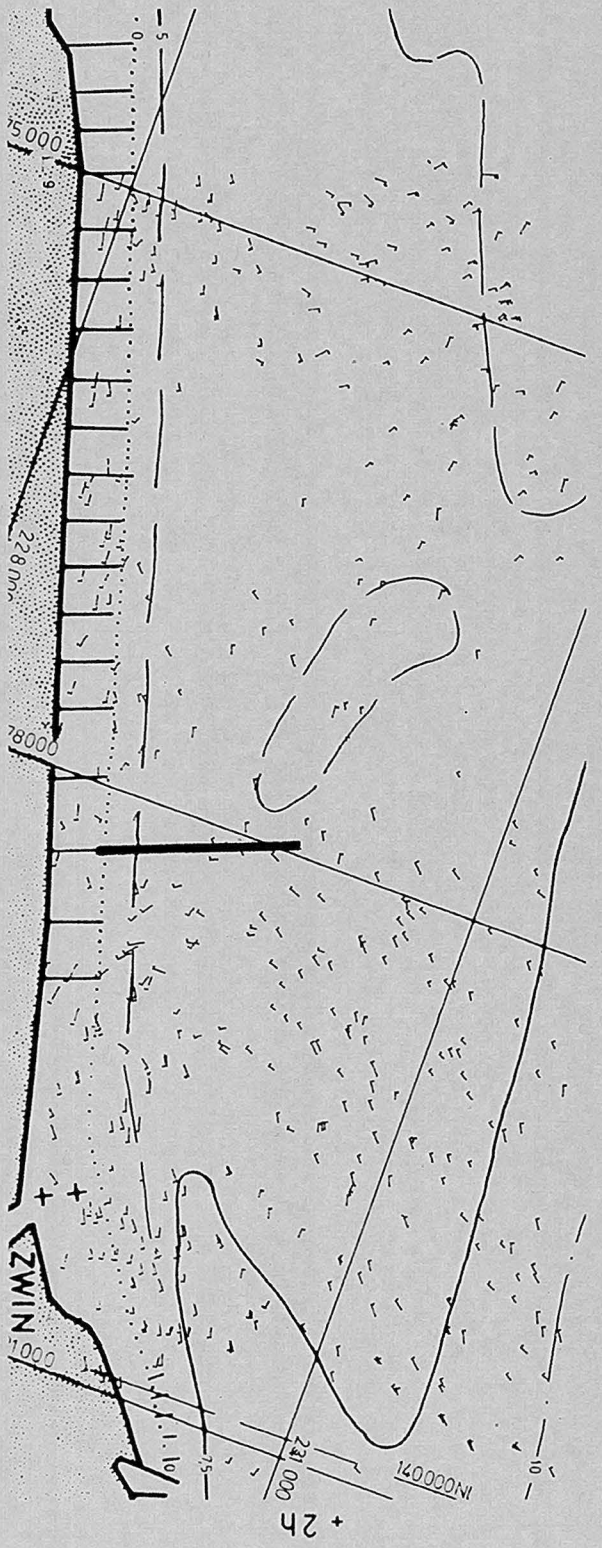
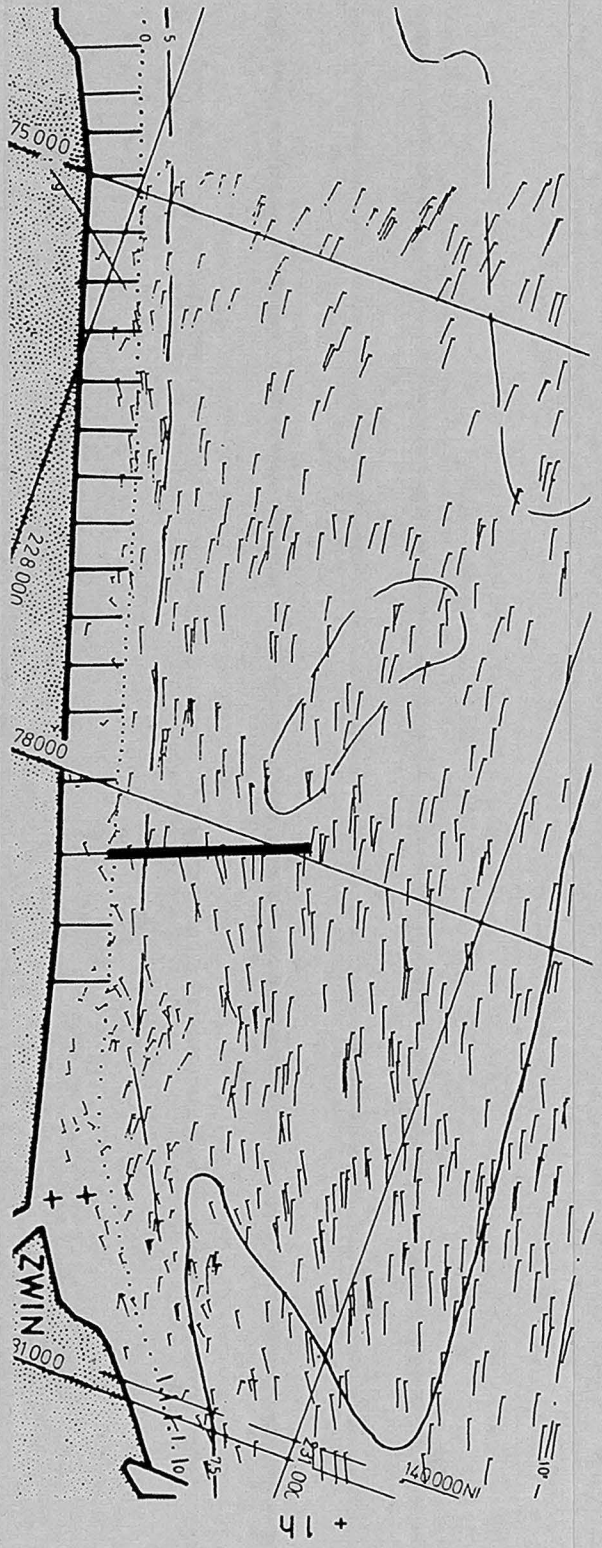
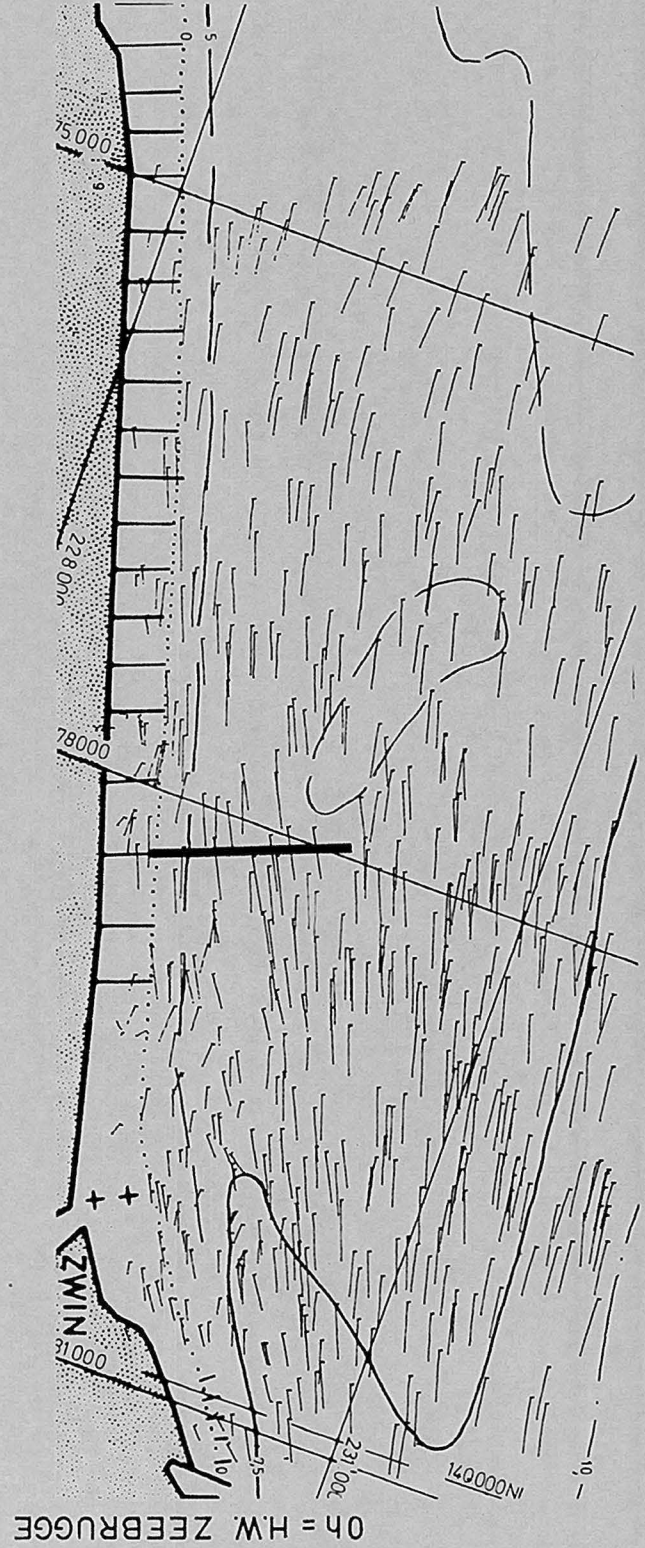
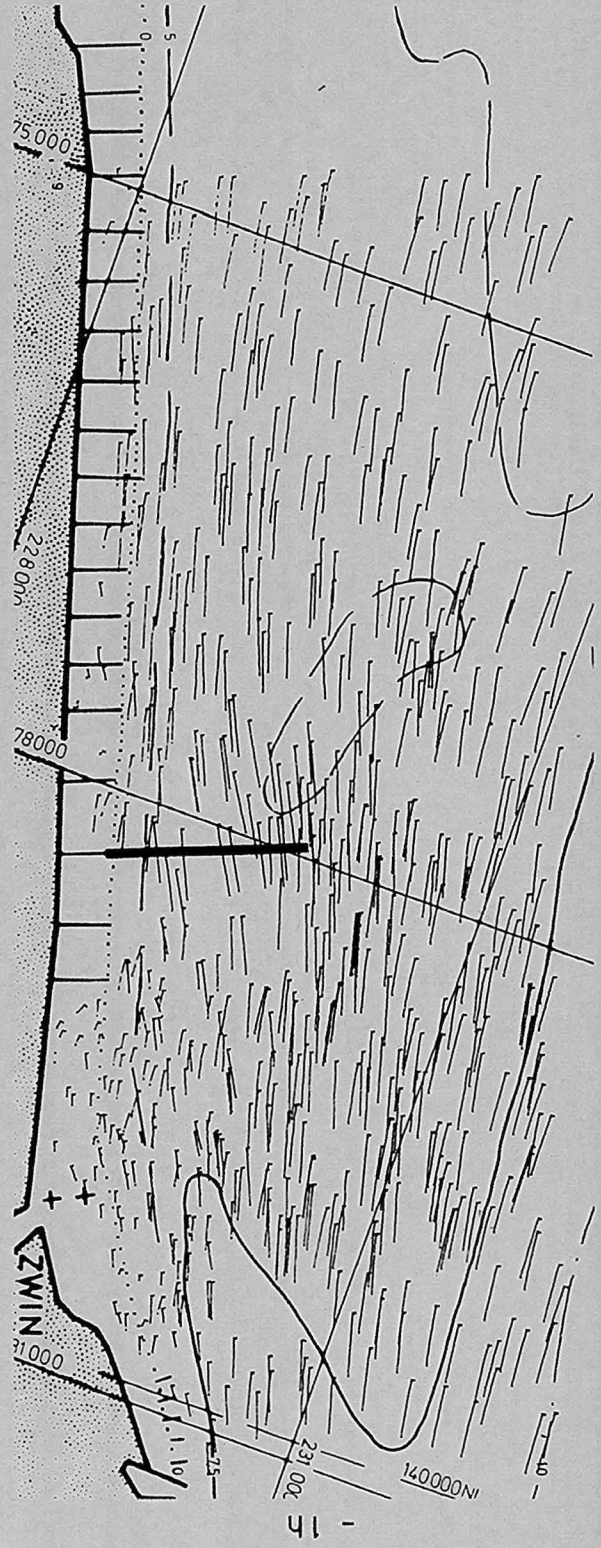
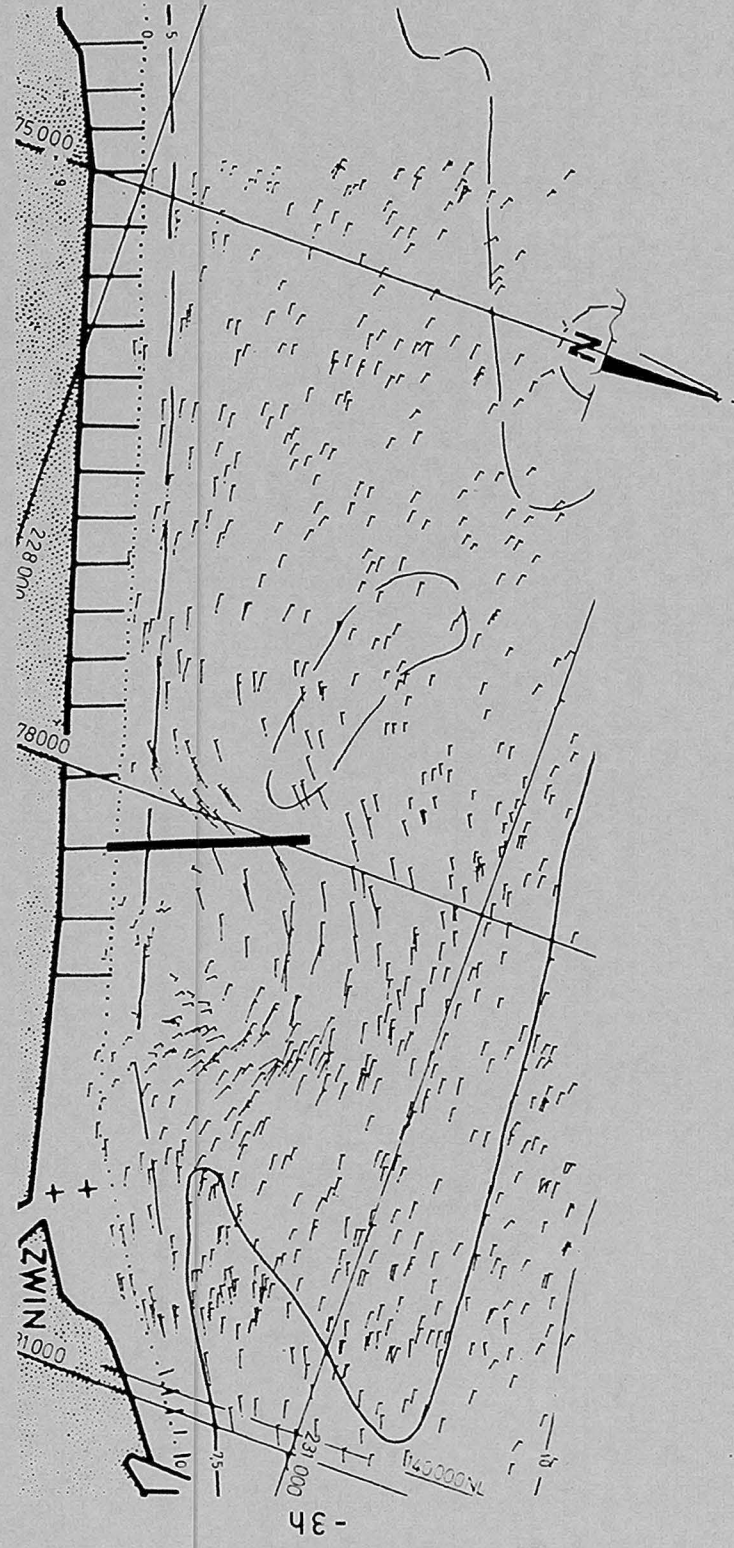
SCHALEN: Plan 1/40.000  
Dwarskrachtgr: 1cm=0,25m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

DWARSKRACHTVERLOOP LANGS DE PAS VAN  
HET ZAND VOOR T6  
HW+6h tot HW-3h

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie



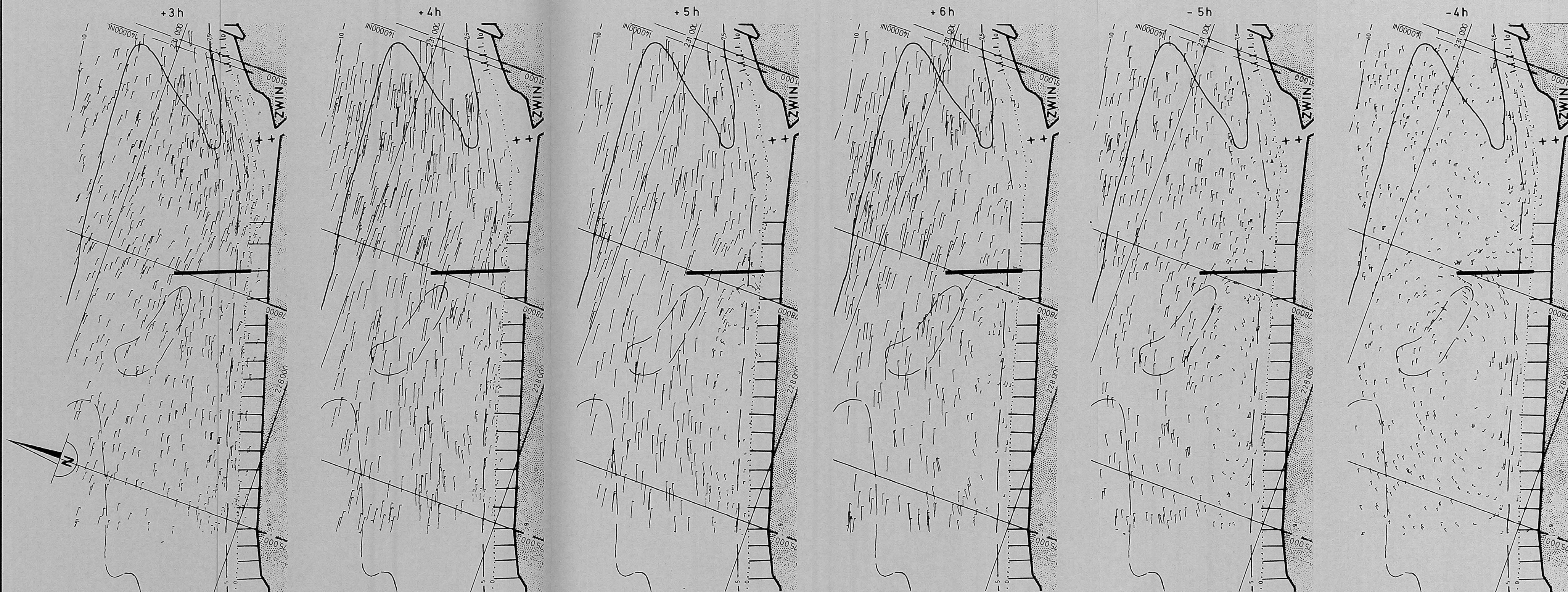






Schaal: 1/40.000  
Snelheidsschaal: 1cm=2m/s

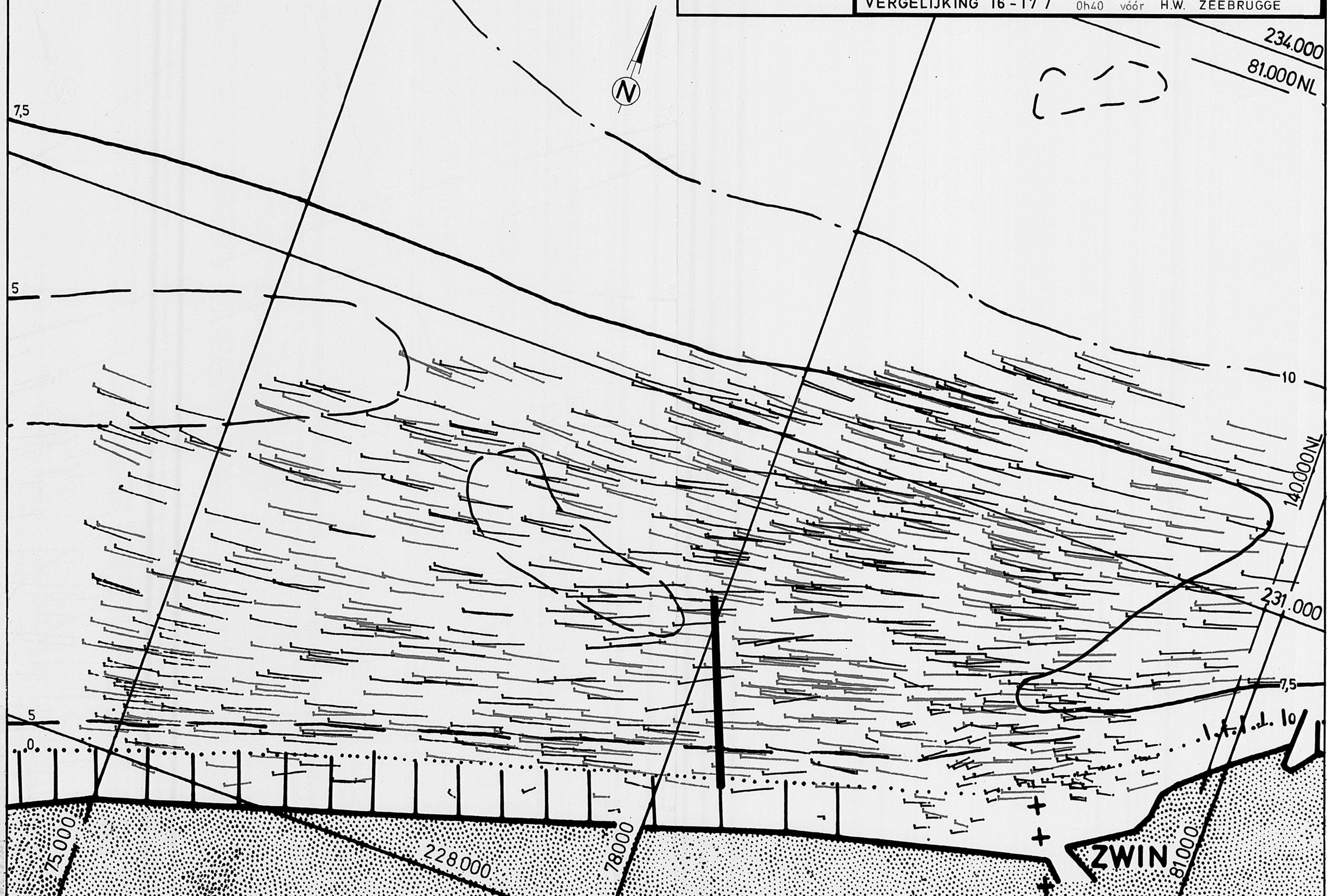
OVERZICHT OOSTKUST NABIJ KRIB 17 BIJ EB T6





SCHAAL: 1/20.000

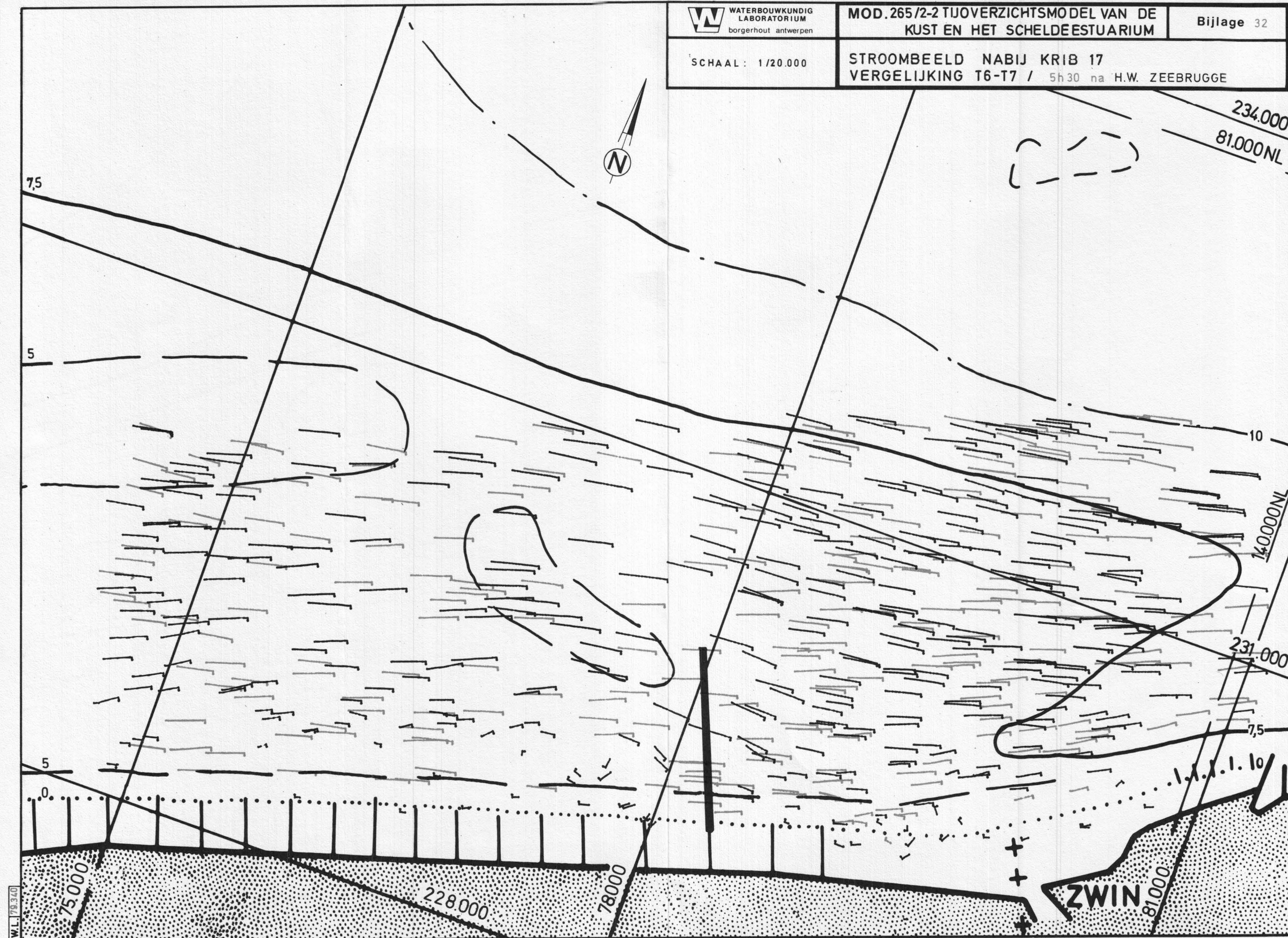
STROOMBEELD NABIJ KRIB 17  
VERGELIJKING T6-T7 / 0h40 vóór H.W. ZEEBRUGGE





SCHAAL: 1/20.000

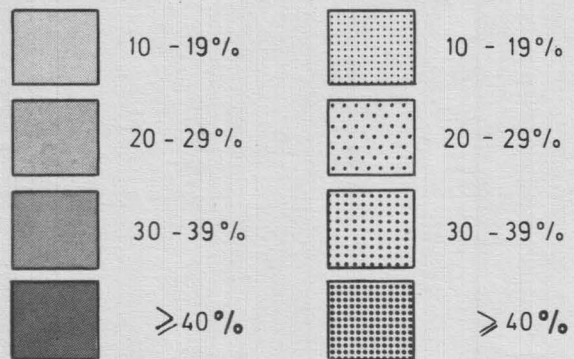
STROOMBEELD NABIJ KRIB 17  
VERGELIJKING T6-T7 / 5h30 na H.W. ZEEBRUGGE



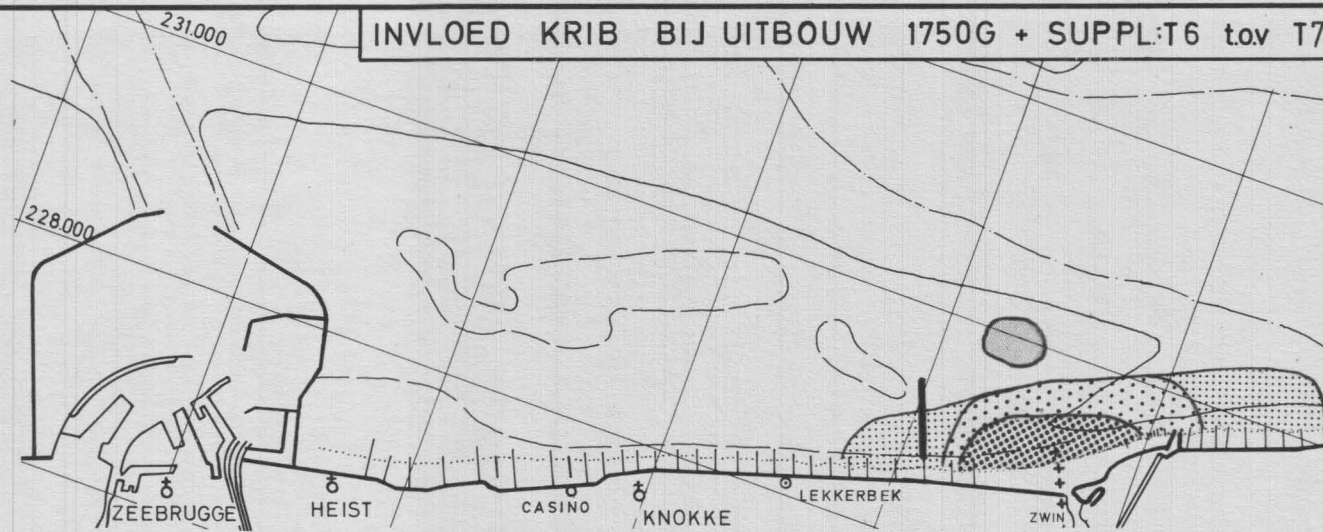


TOENAME

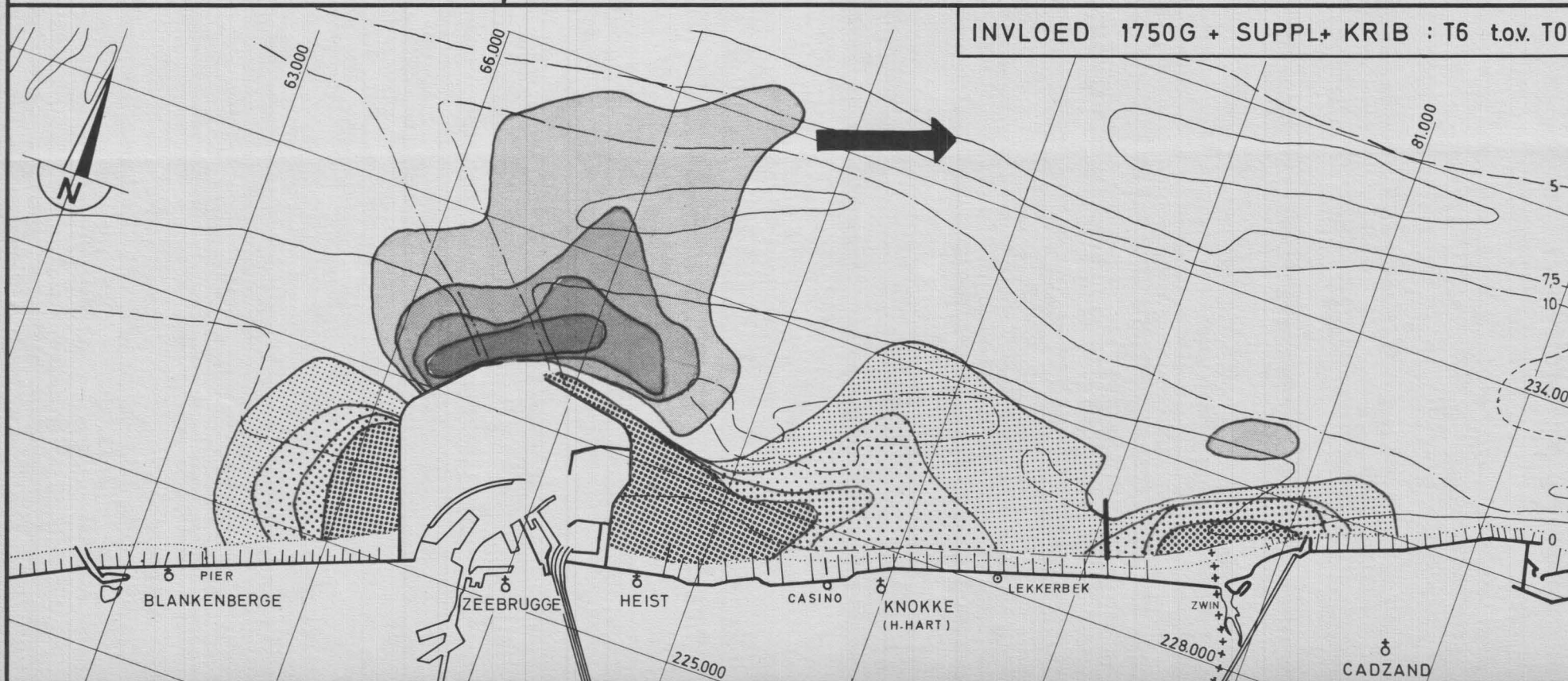
AFNAME



INVLOED KRIB BIJ UITBOUW 1750G + SUPPL:T6 tov T7



INVLOED 1750G + SUPPL+ KRIB : T6 tov T0

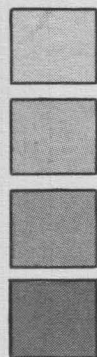


Schaal 1/100.000



TOENAME

AFNAME

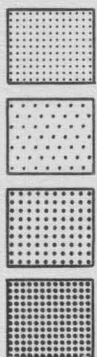


10 - 19%

20 - 29%

30 - 39%

≥40%



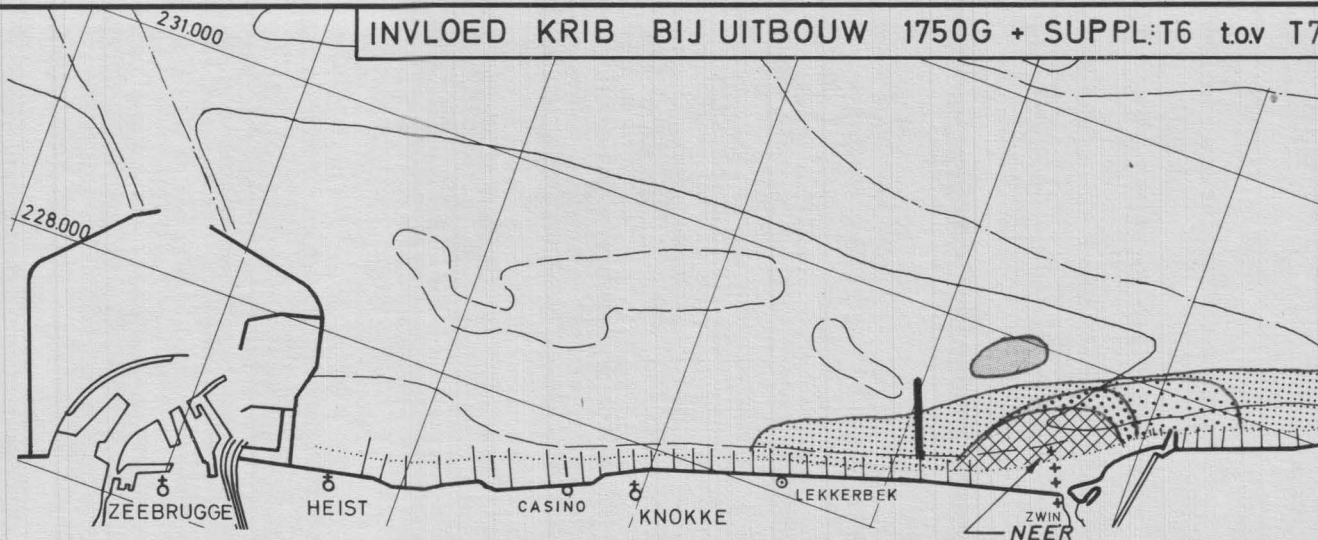
10 - 19%

20 - 29%

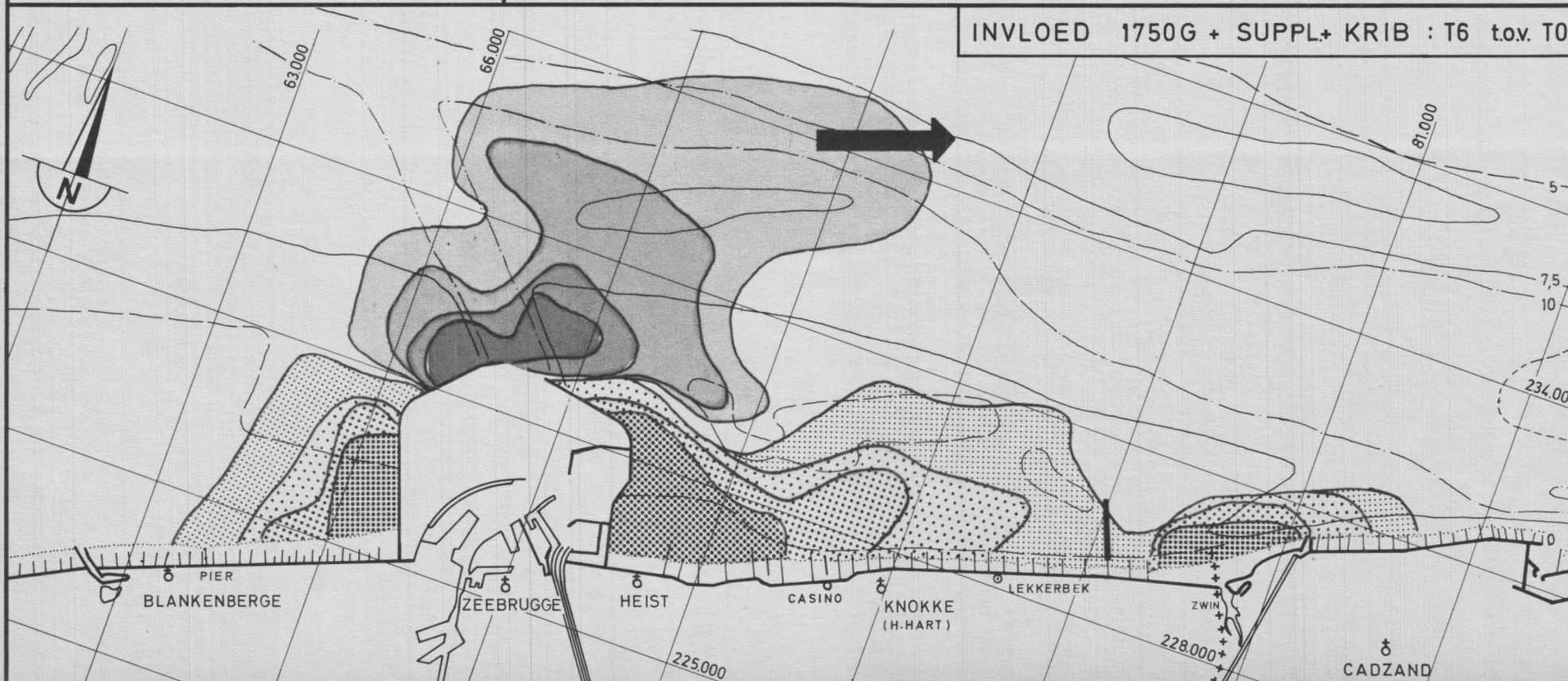
30 - 39%

≥40%

INVLOED KRIB BIJ UITBOUW 1750G + SUPPL:T6 tov T7



INVLOED 1750G + SUPPL+ KRIB : T6 tov. T0

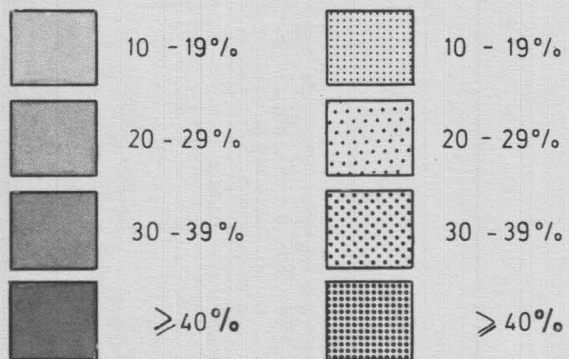


Schaal 1/100.000

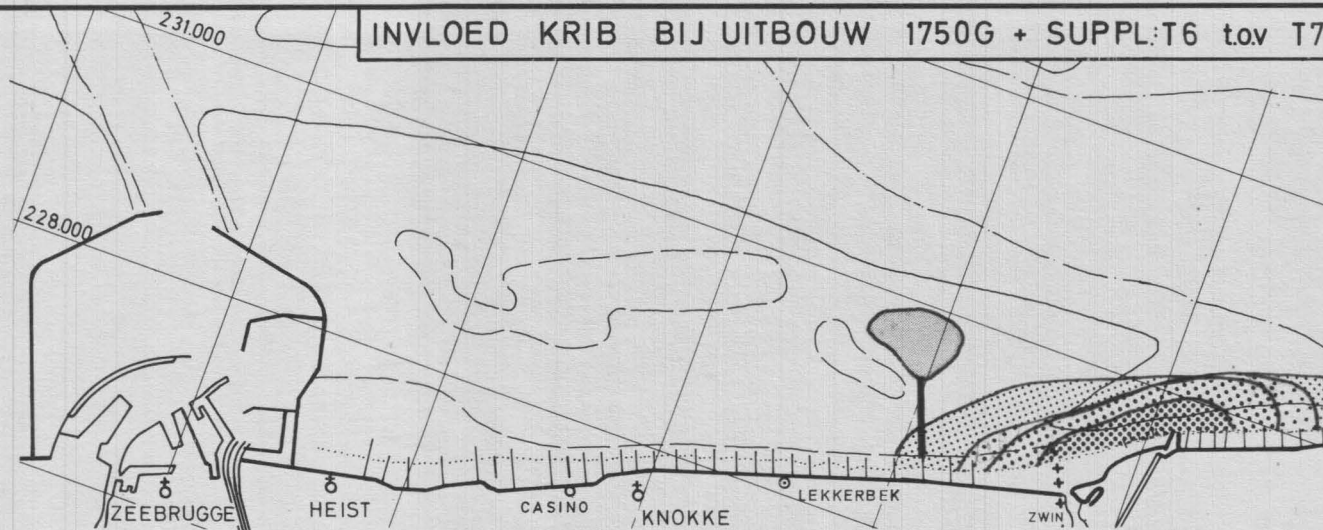


TOENAME

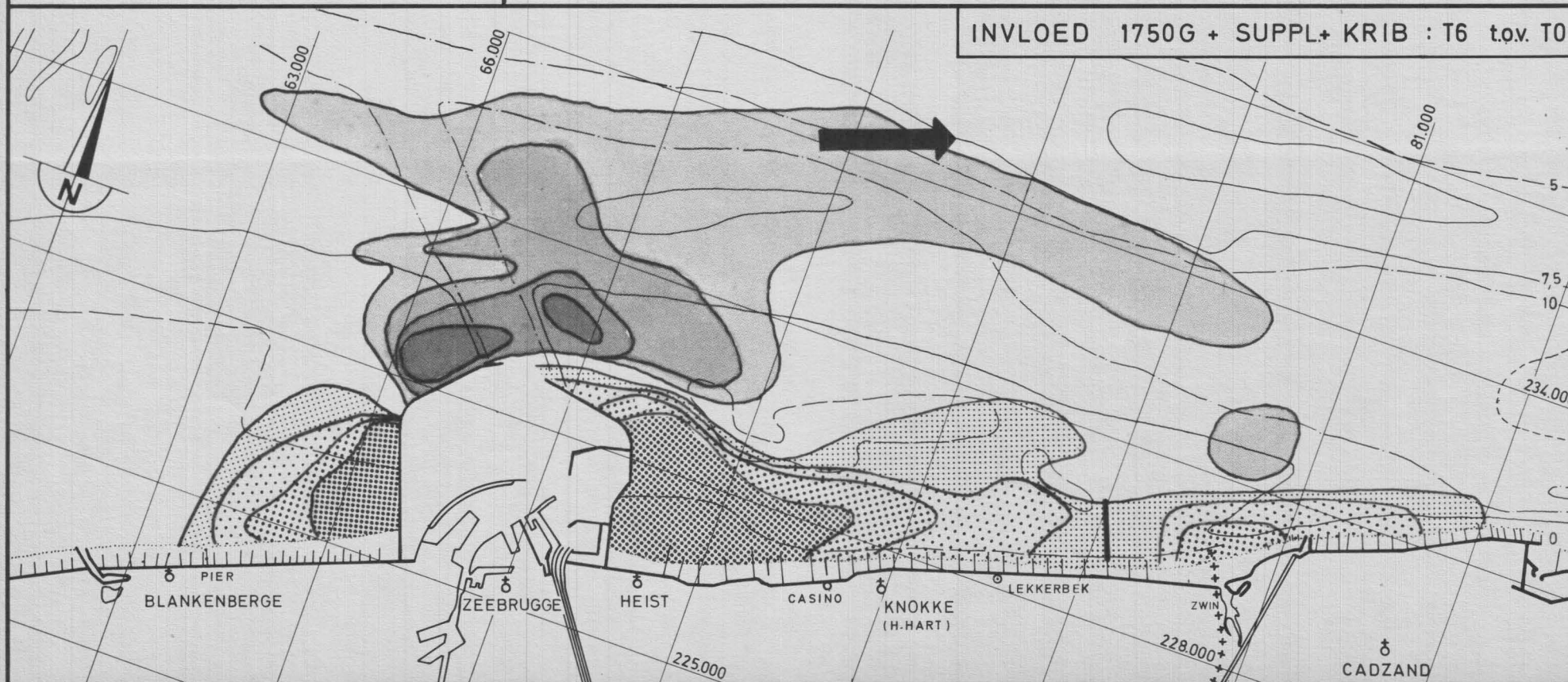
AFNAME



INVLOED KRIB BIJ UITBOUW 1750G + SUPPL:T6 t.o.v T7



INVLOED 1750G + SUPPL+ KRIB : T6 t.o.v. T0

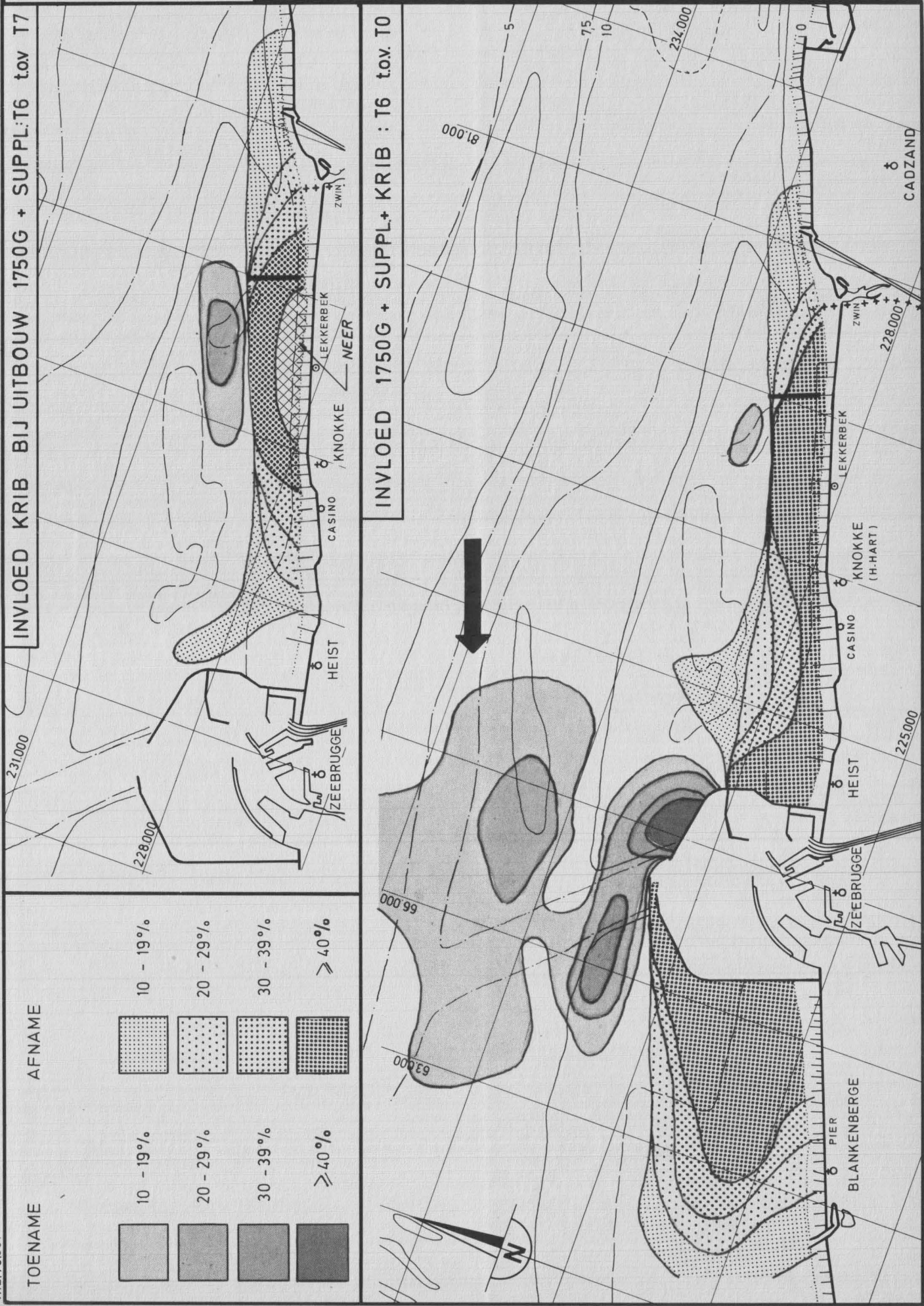


Schaal 1/100.000



Schaal 1/100.000

**PROCENTUELE SNELHEIDSVERANDERING VOOR  
EINDSITUATIE 1750 G - 5h NA HW**

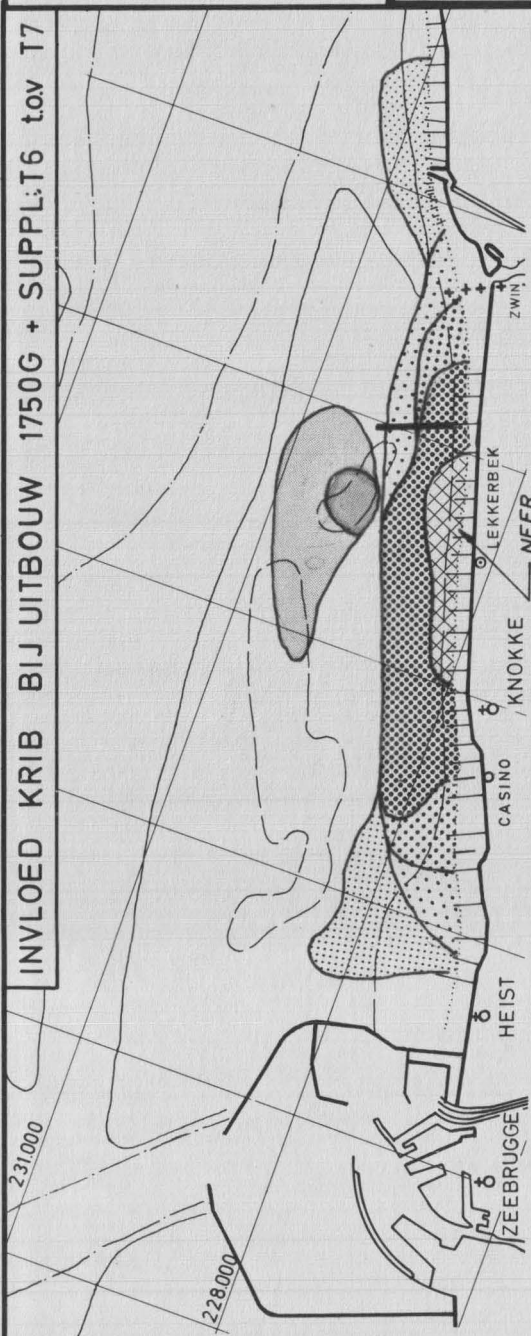




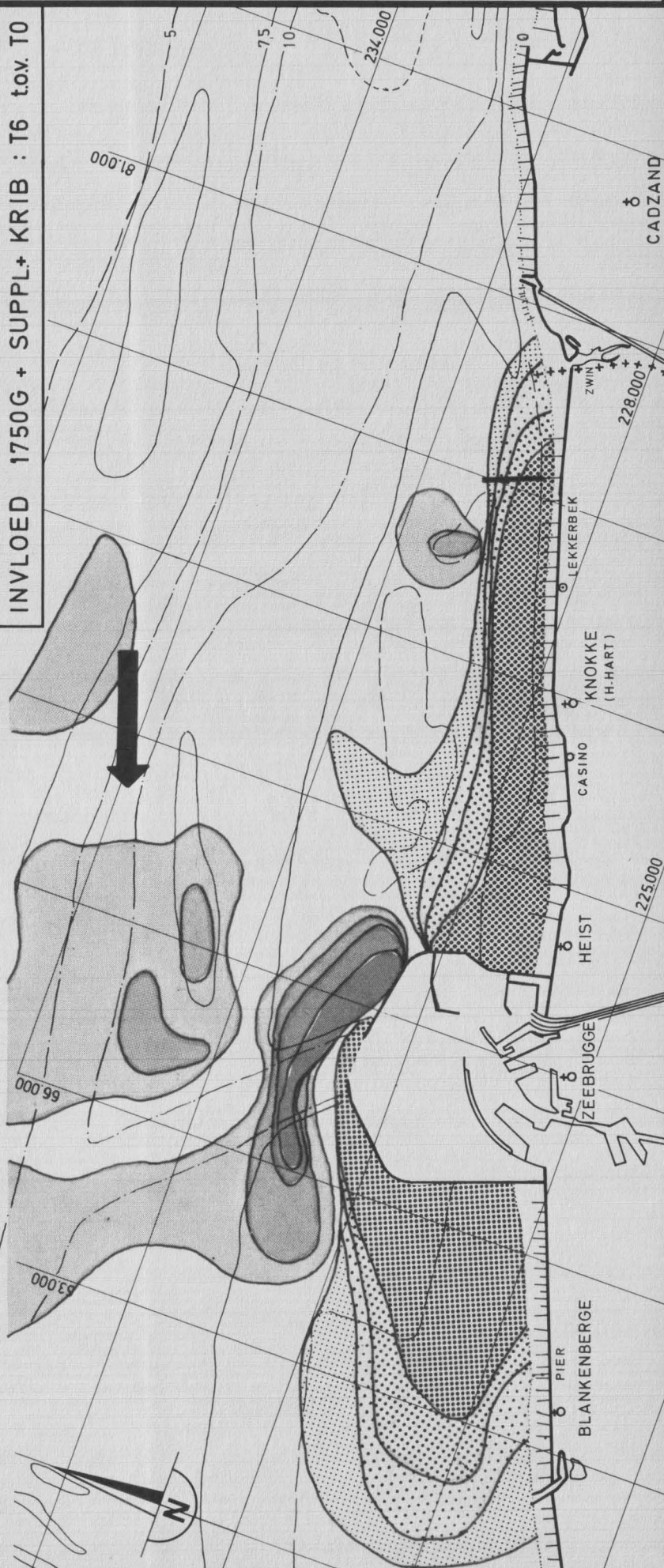
Schaal 1/100.000

PROCENTUELE SNELHEIDSVERANDERING VOOR  
EINDSITUATIE 1750 G - 5h30 NA HW

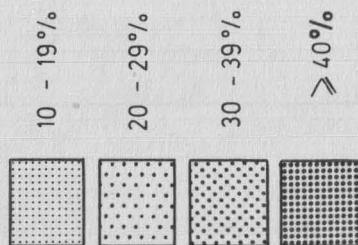
INVLOED KRIB BIJ UITBOUW 1750G + SUPPL:T6 tov T7



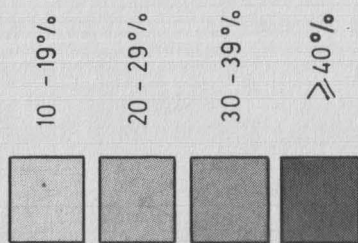
INVLOED 1750G + SUPPL+ KRIB : T6 tov T0



AFNAME

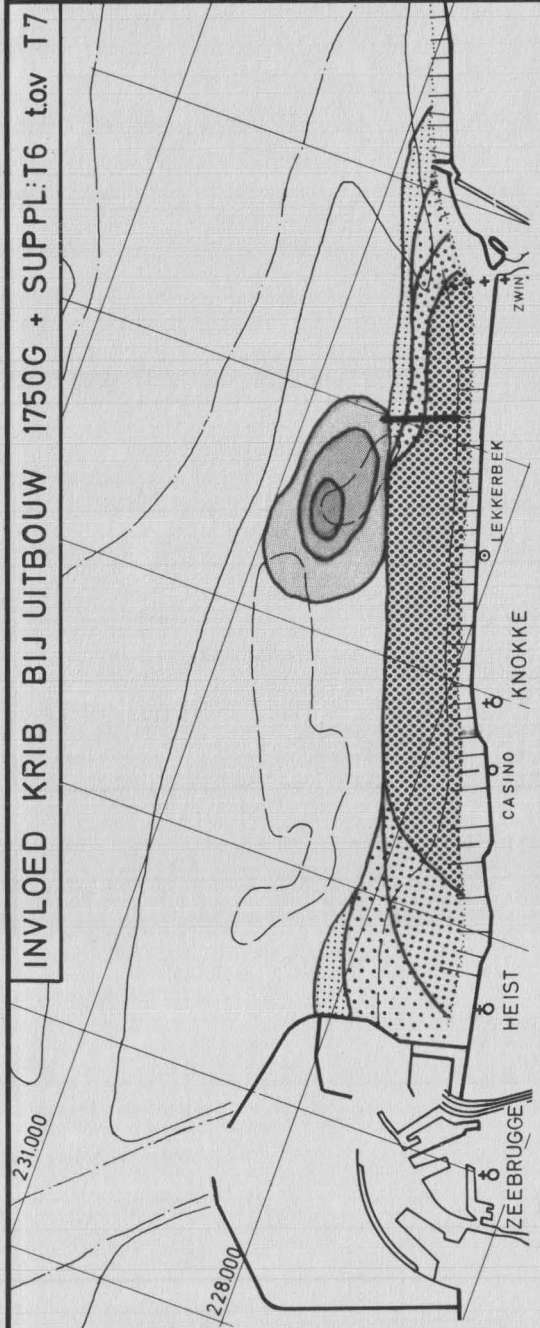


TOENAME

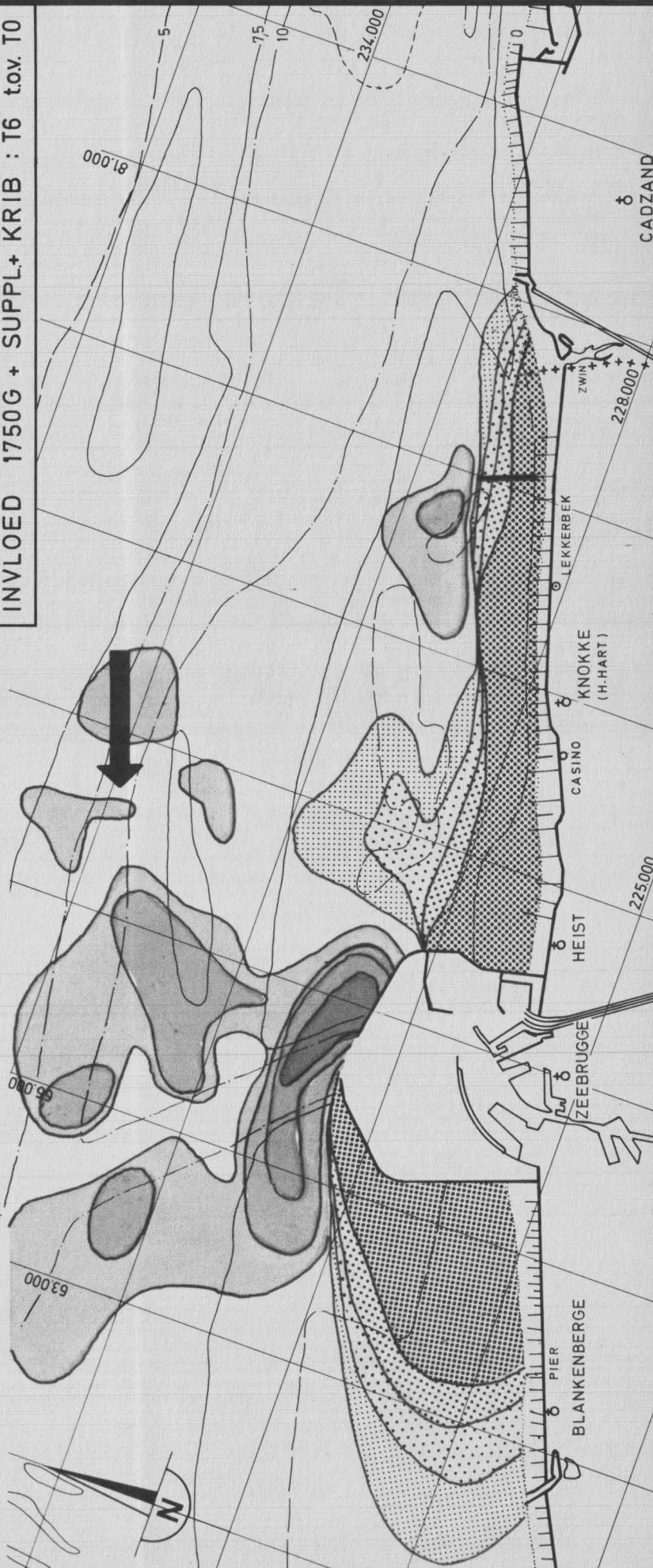




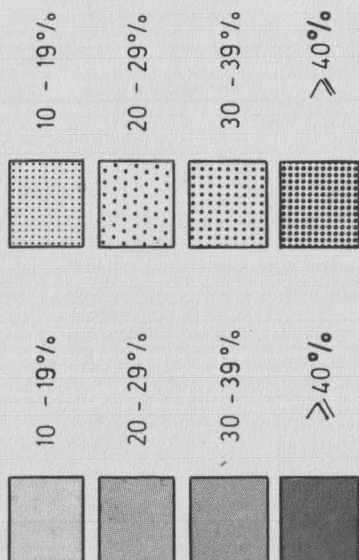
Schaal 1/100.000

PROCENTUELE SNELHEIDSVERANDERING VOOR  
EINDSITUATIE 1750 G - 6h NA HW

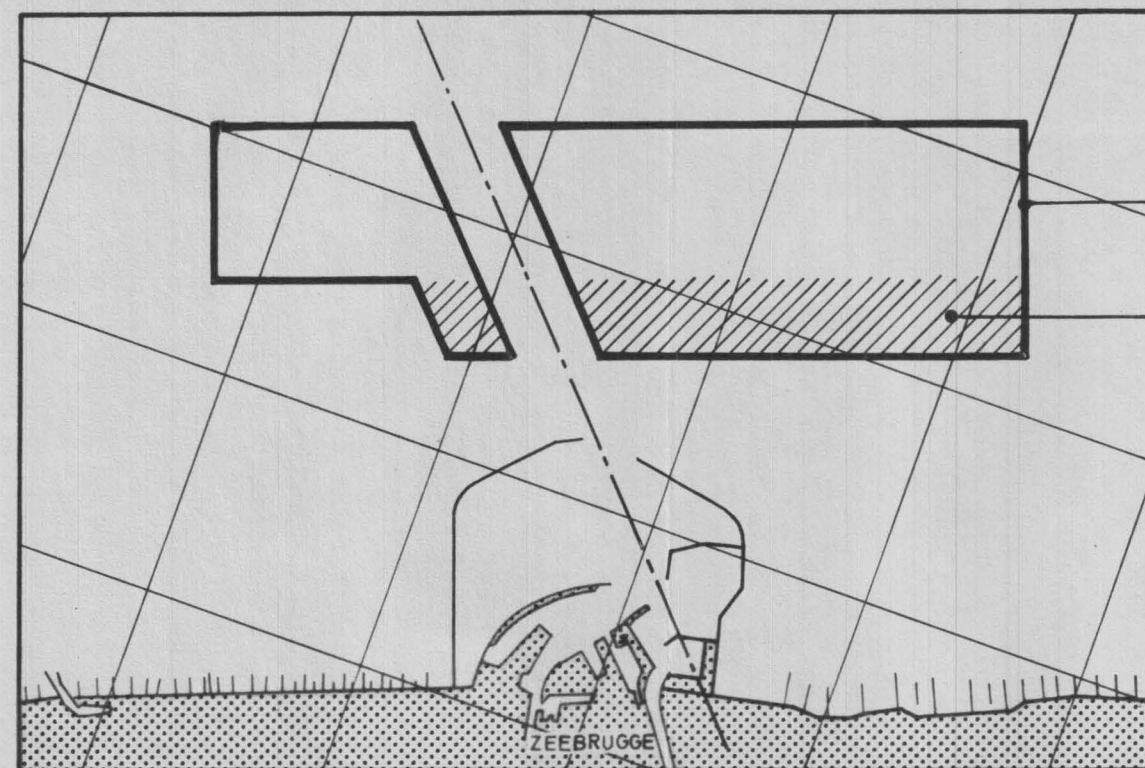
INVLOED 1750 G + SUPPL. KRIB : T6 tov T0



AFNAME







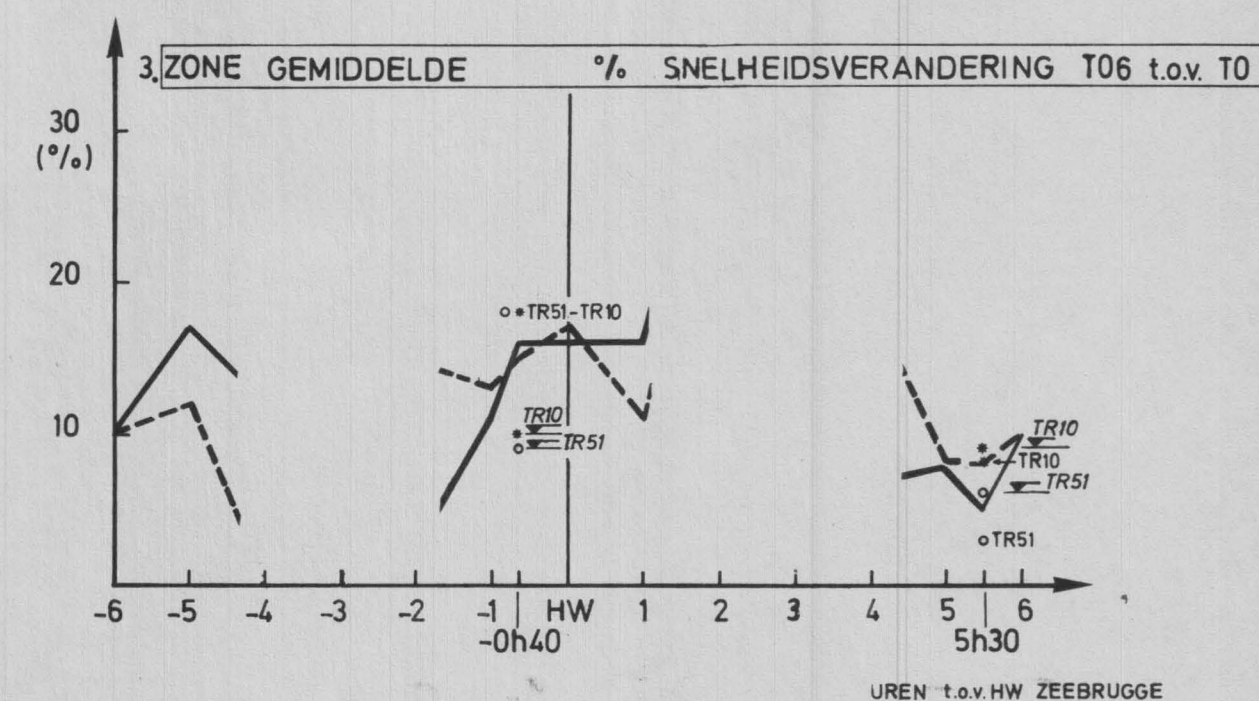
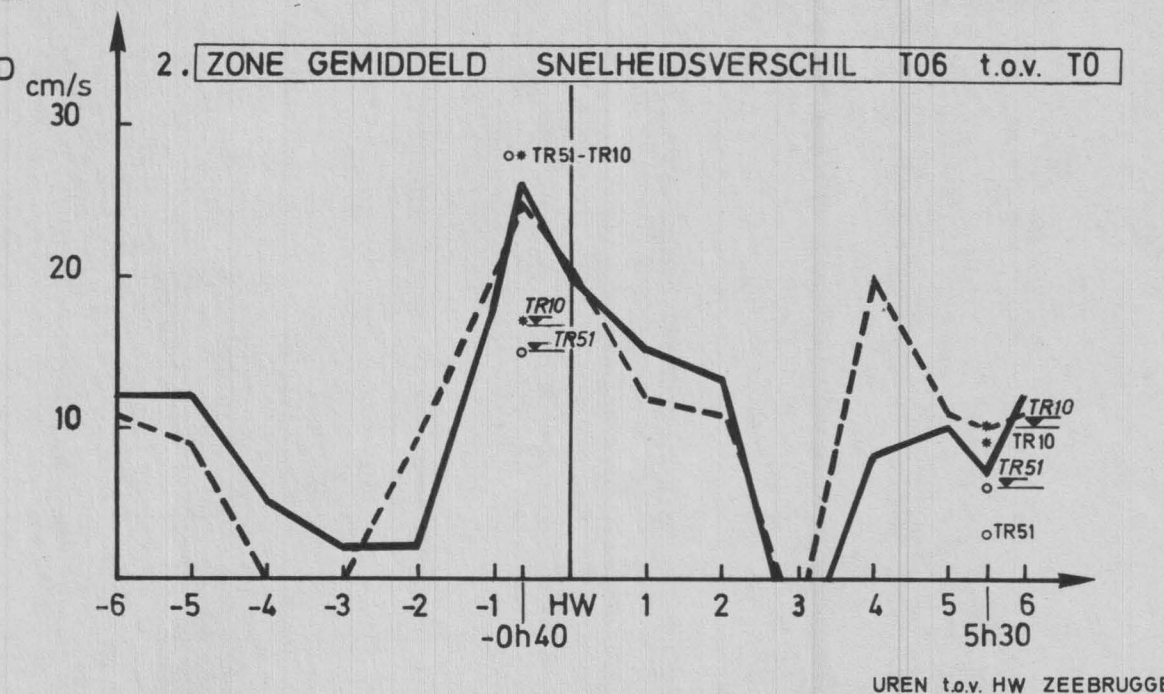
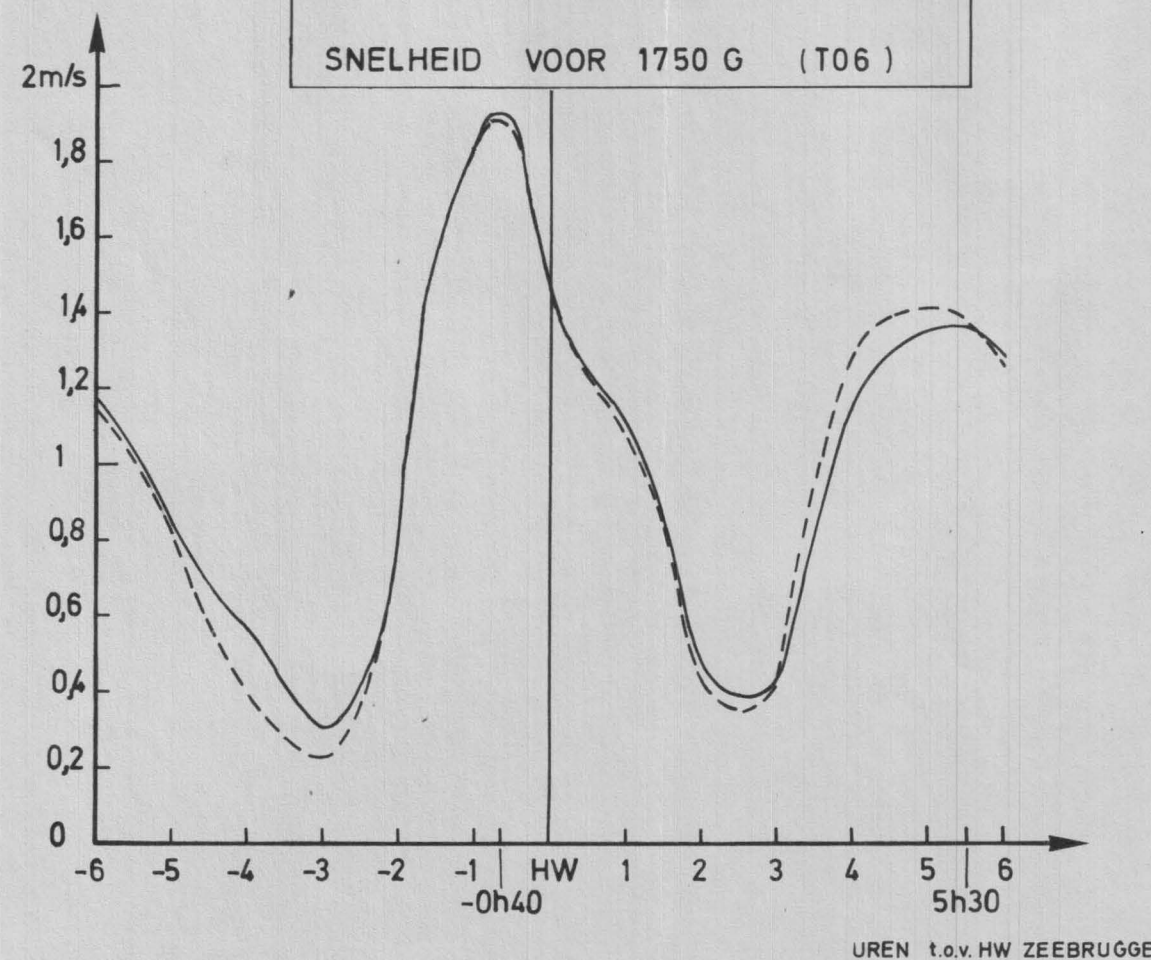
TOTALE ZONE  
SCHEUR-WIELINGEN

ZONE ZUIDRAND  
WIELINGEN

TOTALE ZONE : ———

ZUIDRAND ZONE : - - - - -

1. ZONE GEMIDDELDE OPPERVLAKE -  
SNELHEID VOOR 1750 G (T06)



* TR10 : 1750 m	GEVOELIGHEIDSSSTUDIE	ZUIDRAND ZONE
* <u>TR10</u> : 1750 m	GEVOELIGHEIDSSSTUDIE	TOTALE ZONE
o TR51 : 1750 m	VARIANTE G	ZUIDRAND ZONE
o <u>TR51</u> : 1750 m	VARIANTE G	TOTALE ZONE

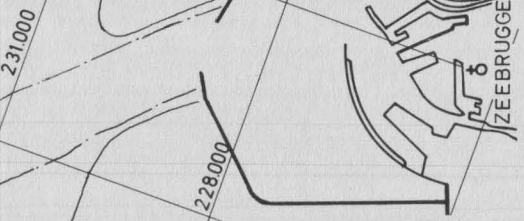




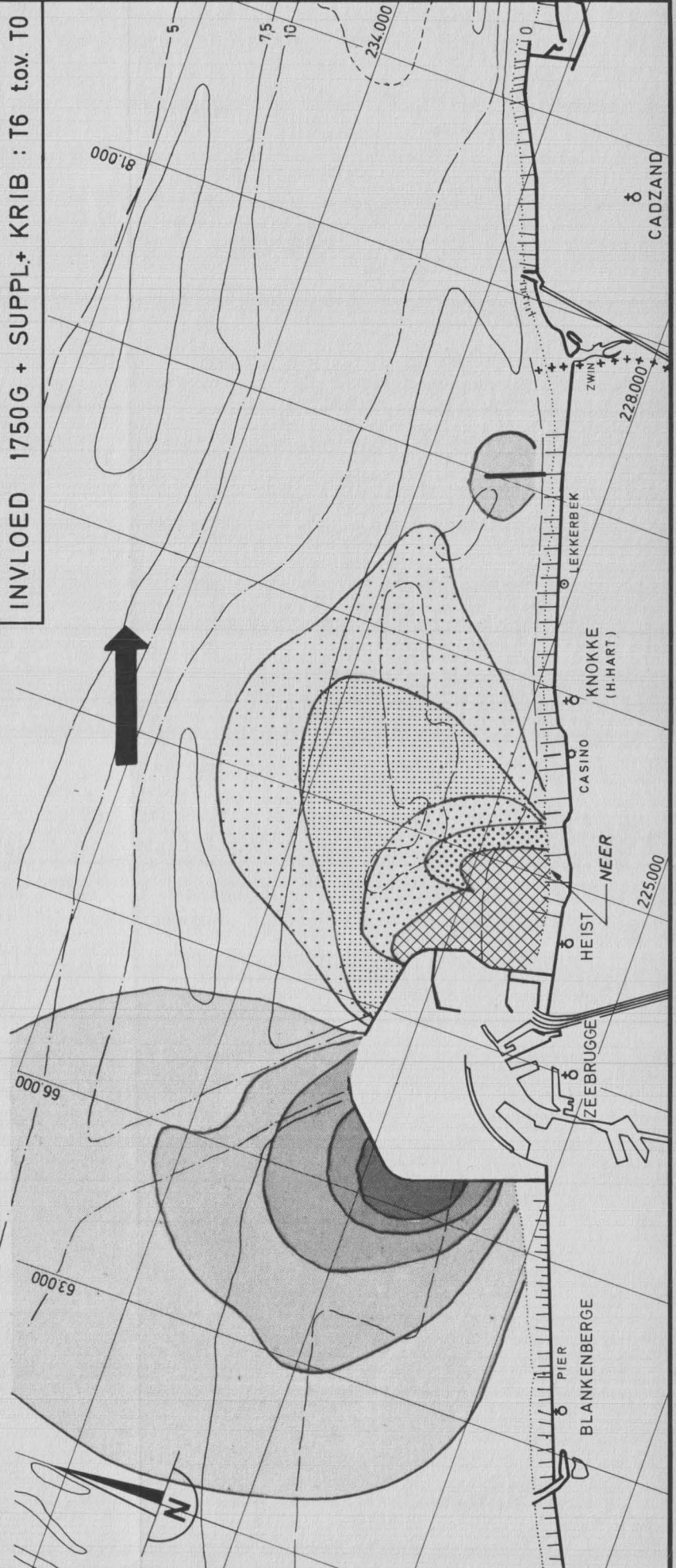
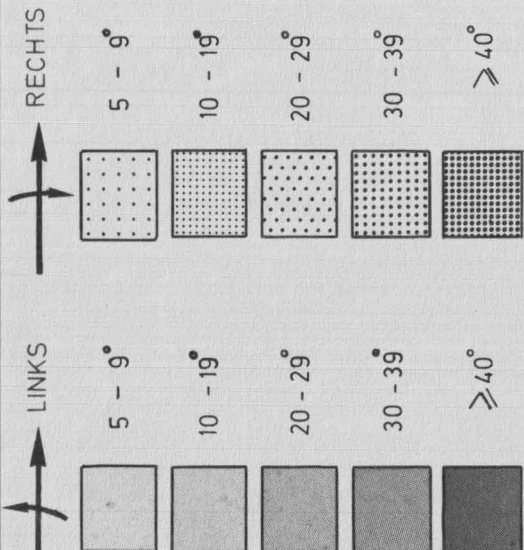
Schaal 1/100.000

HOEKVERDRAAIING DER SNELHEDEN VAN DE  
EINDSITUATIE 1750 G - 1h VOOR HW

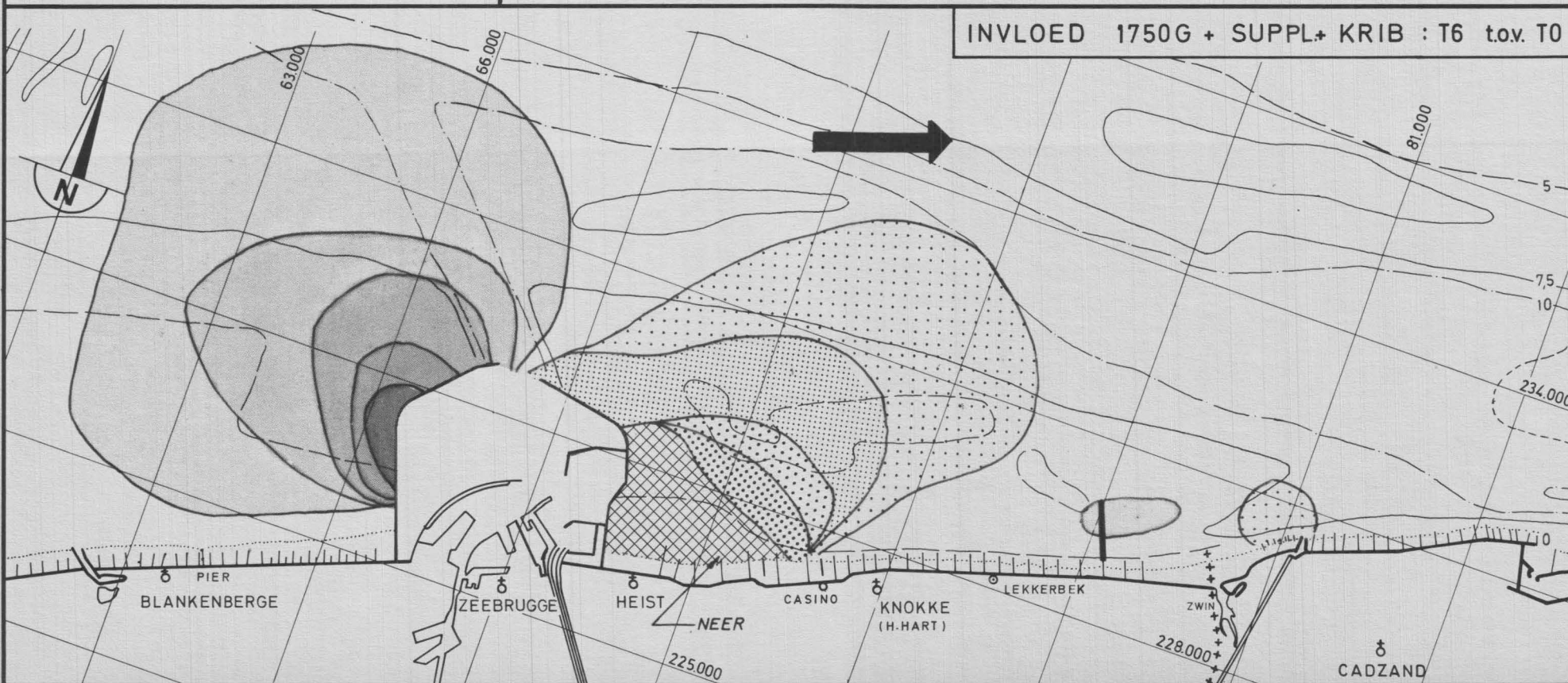
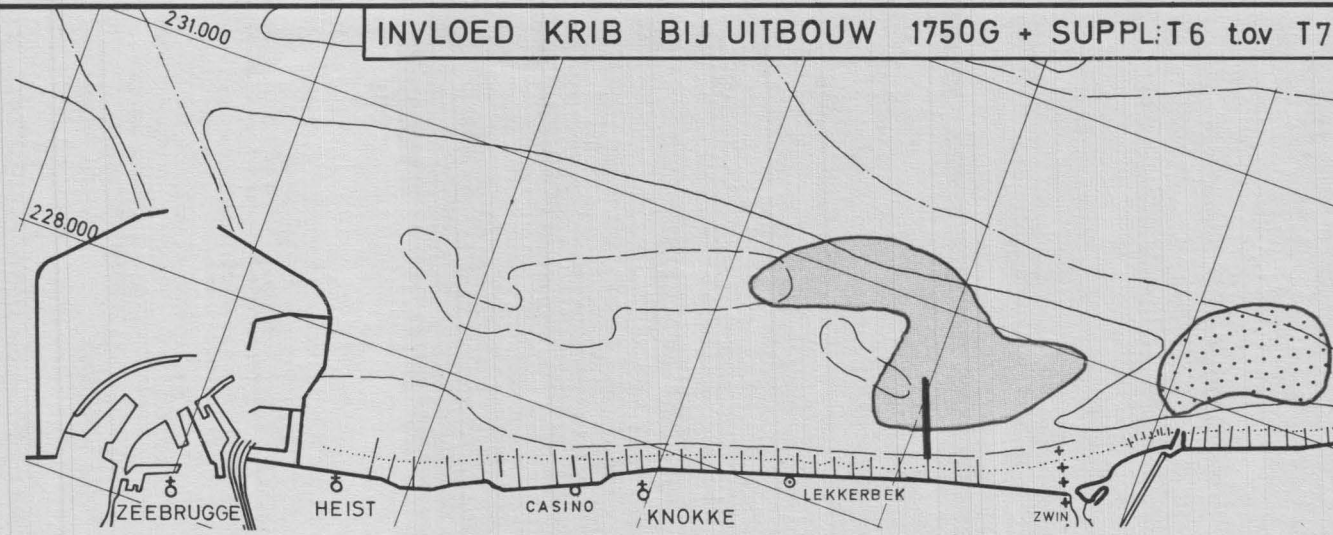
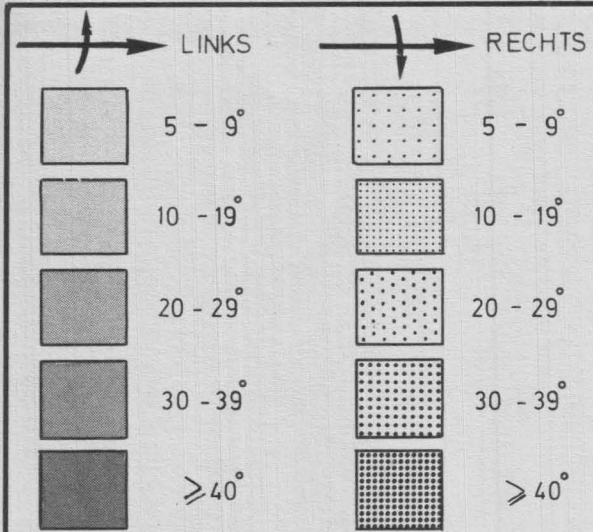
INVLOED KRIB BIJ UITBOUW 1750G + SUPPL:T6 tov T7



INVLOED 1750G + SUPPL+ KRIB : T6 tov. T0









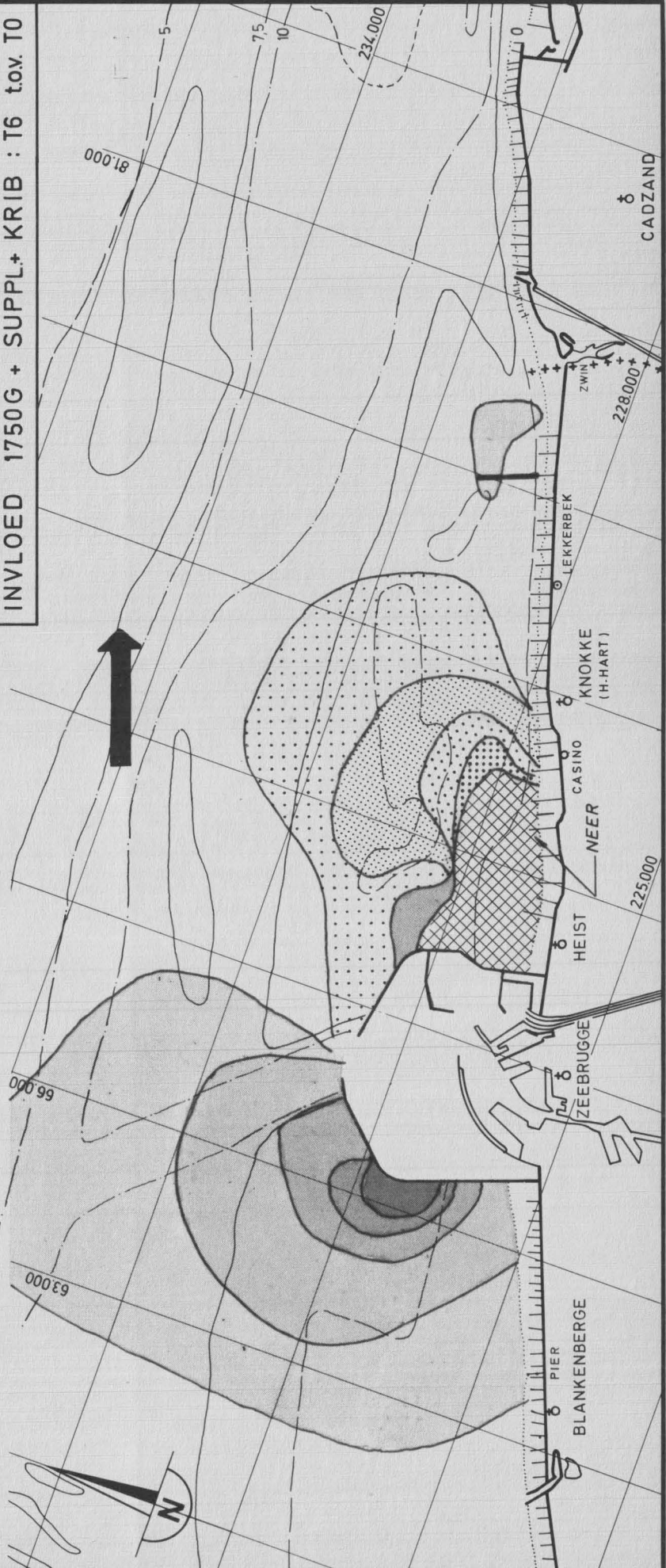
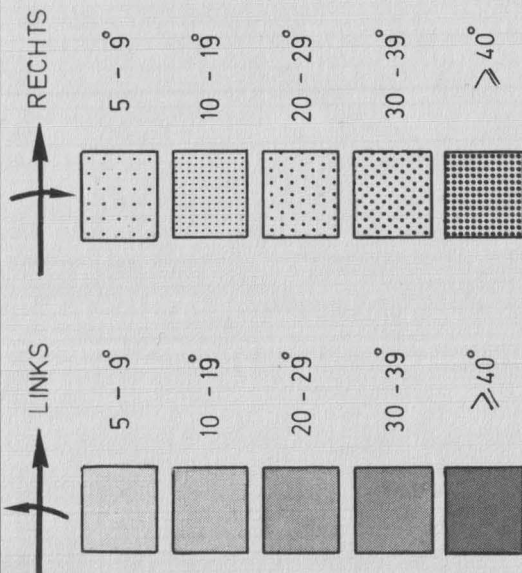


Schaal 1/100.000

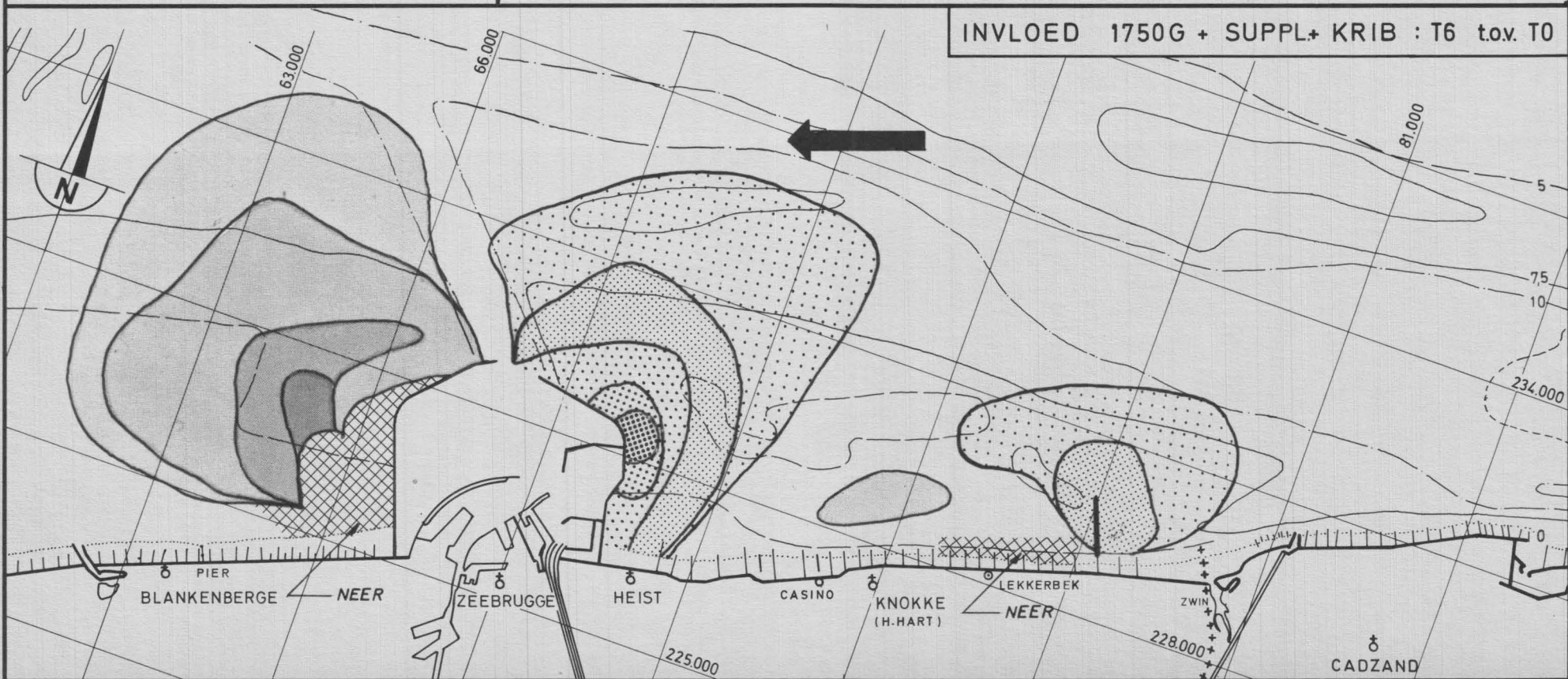
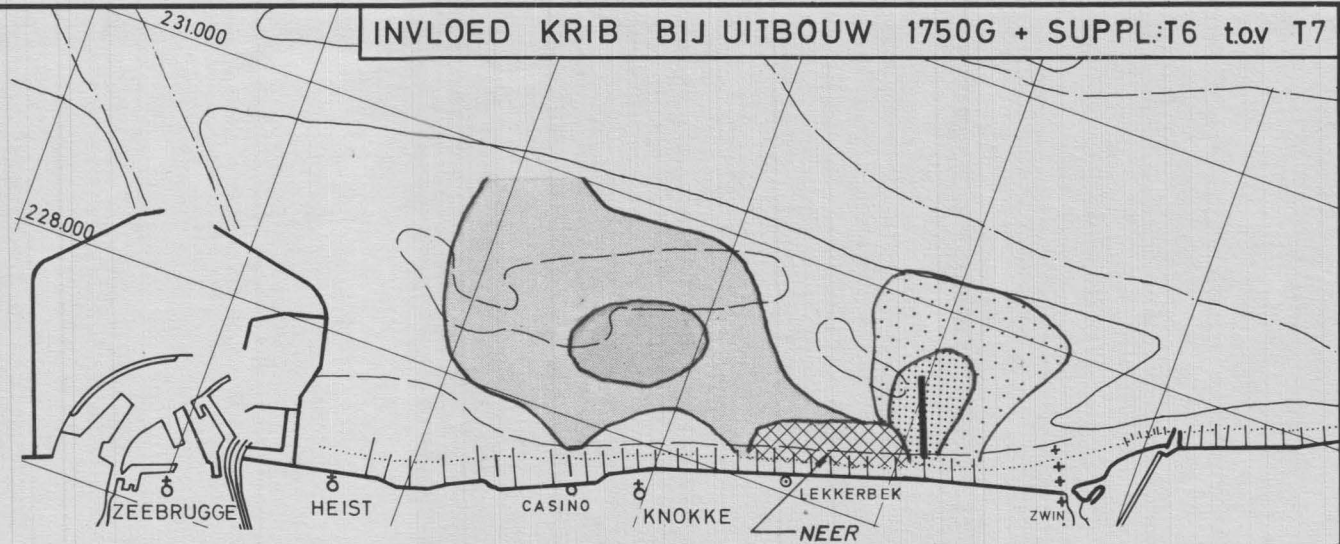
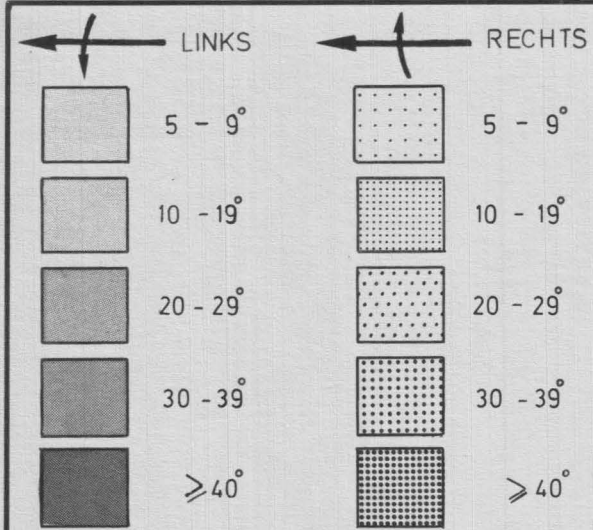
HOEKVERDRAAIING DER SNELHEDEN VAN DE  
EINDSITUATIE 1750 G - HW

INVLOED KRIB BIJ UITBOUW 1750 G + SUPPL: T6 tov T7

INVLOED 1750 G + SUPPL+ KRIB : T6 tov T0









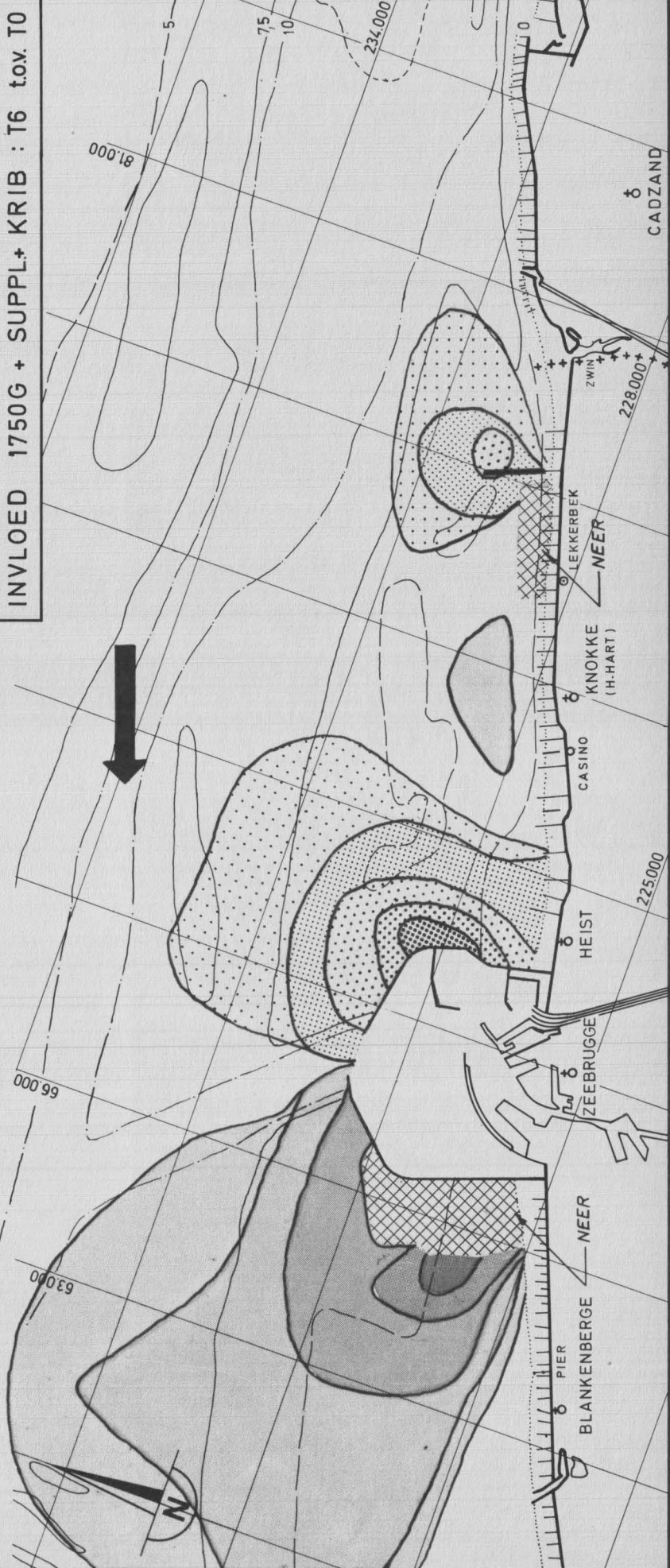
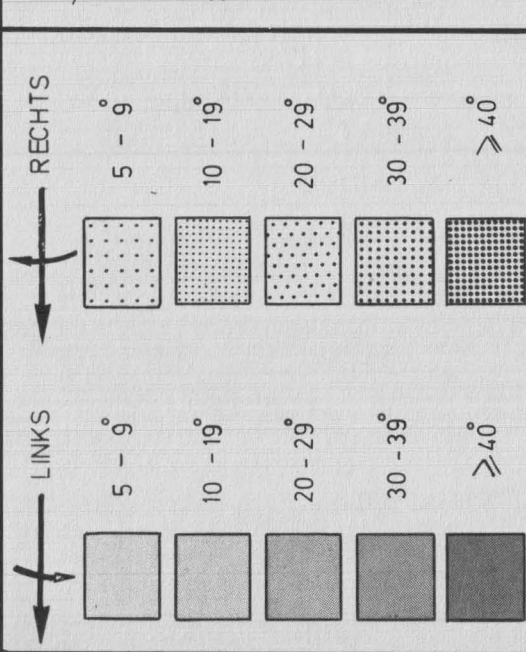


Schaal 1/100.000

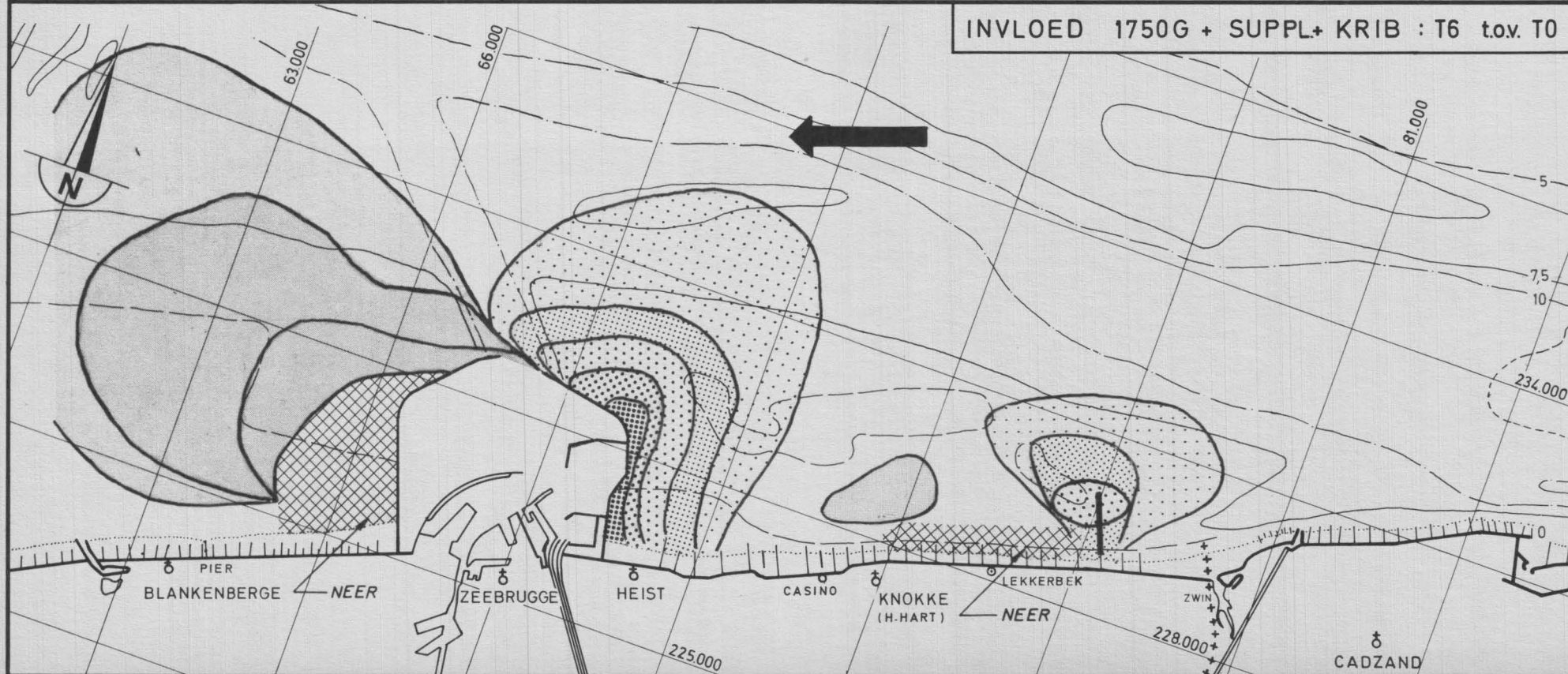
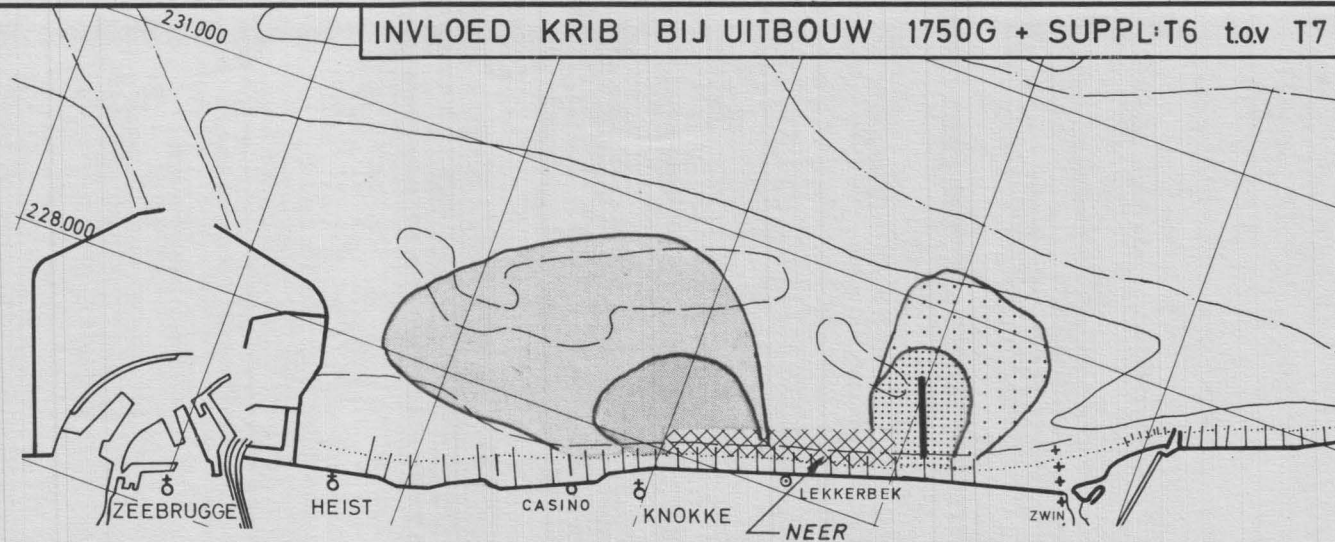
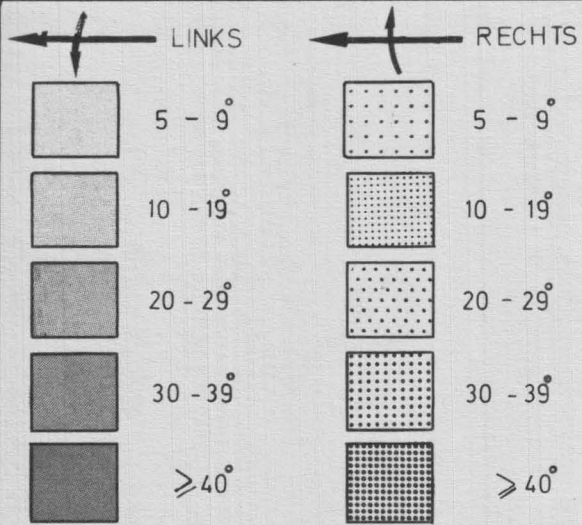
HOEKVERDRAAIING DER SNELHEDEN VAN DE  
EINDSITUATIE 1750 G - 5h30 NA HW

INVLOED KRIB BIJ UITBOUW 1750 G + SUPPL: T6 TOV T7

INVLOED 1750 G + SUPPL: KRIB : T6 TOV T0









— Snelheden tijmodel T6  
— Snelheden permanentiemodel TR51











WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

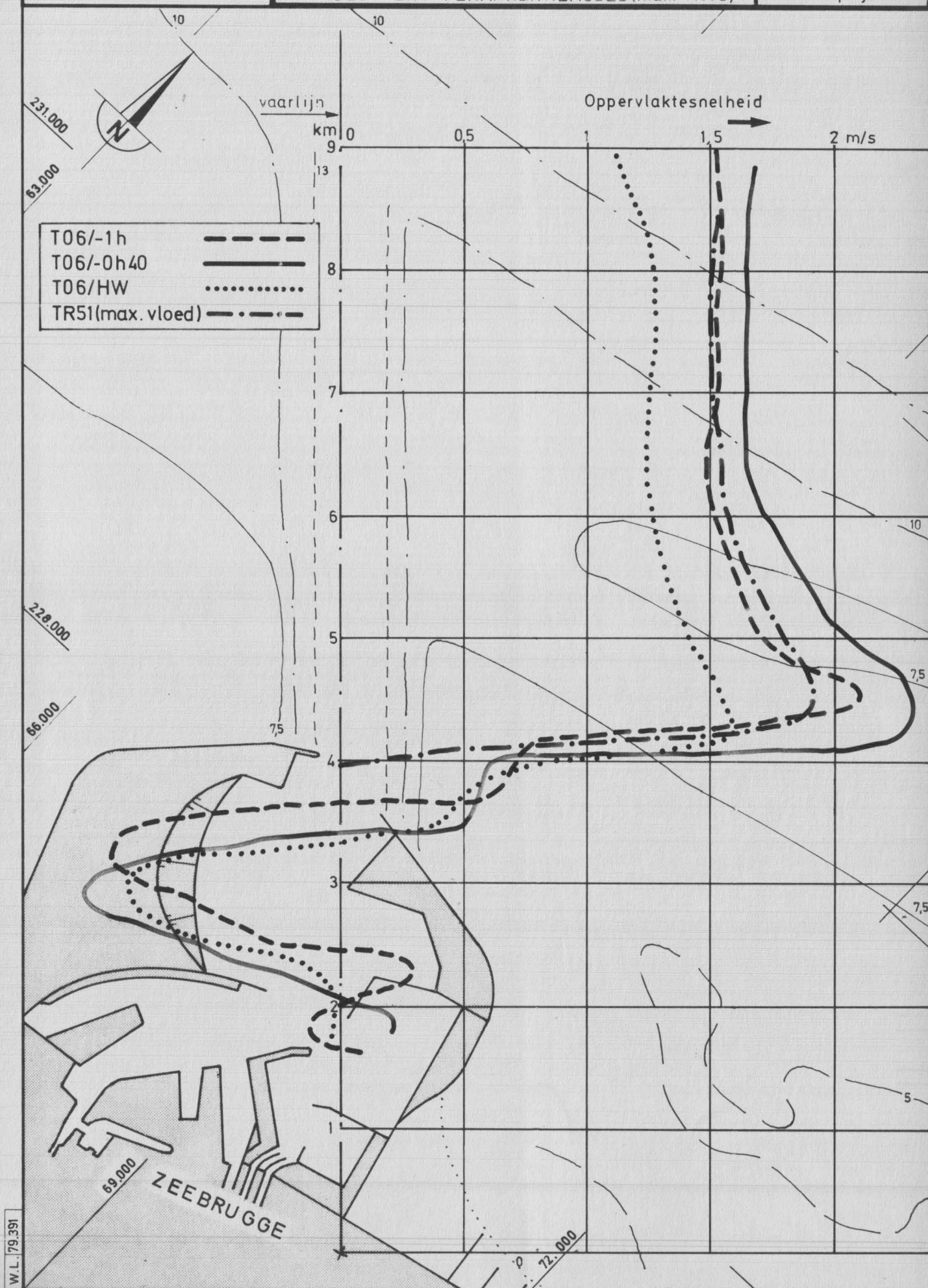
MOD.265/2-2 TIJDOVERZICHTSMODEL VAN DE  
KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 48

SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

VERGELIJKING VAN DE SNELHEID  
LANGS DE PAS VAN HET ZAND VOOR 1750G  
TIJMODEL EN PERMANENTIEMODEL (max. vloed)

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie

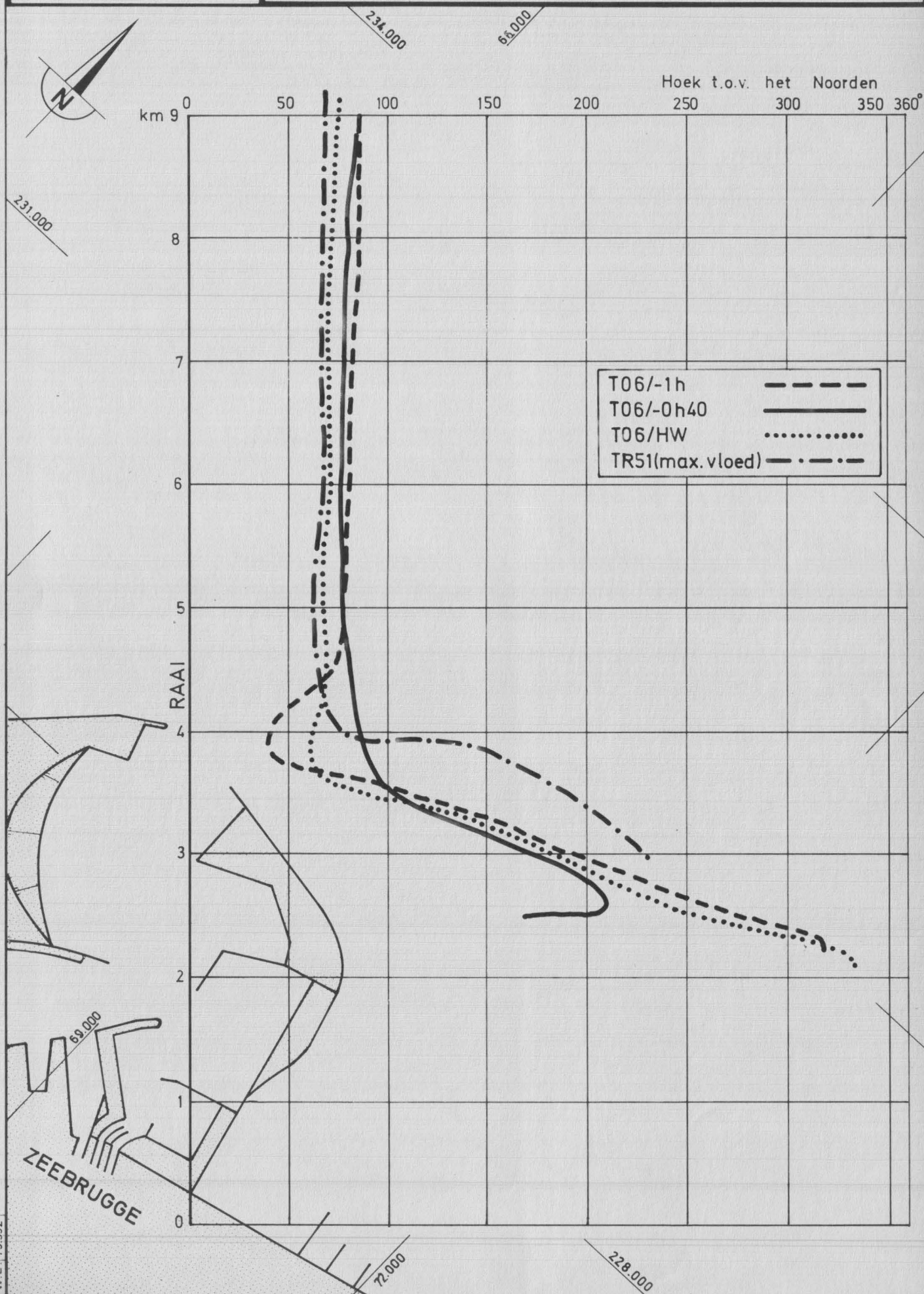






SCHALEN: plan 1/40.000  
richting : 2 cm = 50°

VERGELIJKING VAN DE STROOMRICHTING LANGS DE  
PAS VAN HET ZAND VOOR 1750 G TIJMODEL EN  
PERMANENTIEMODEL (max. vloed)







WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

# MOD.265/2-2 TIJOVERZICHTSMODEL VAN DE KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

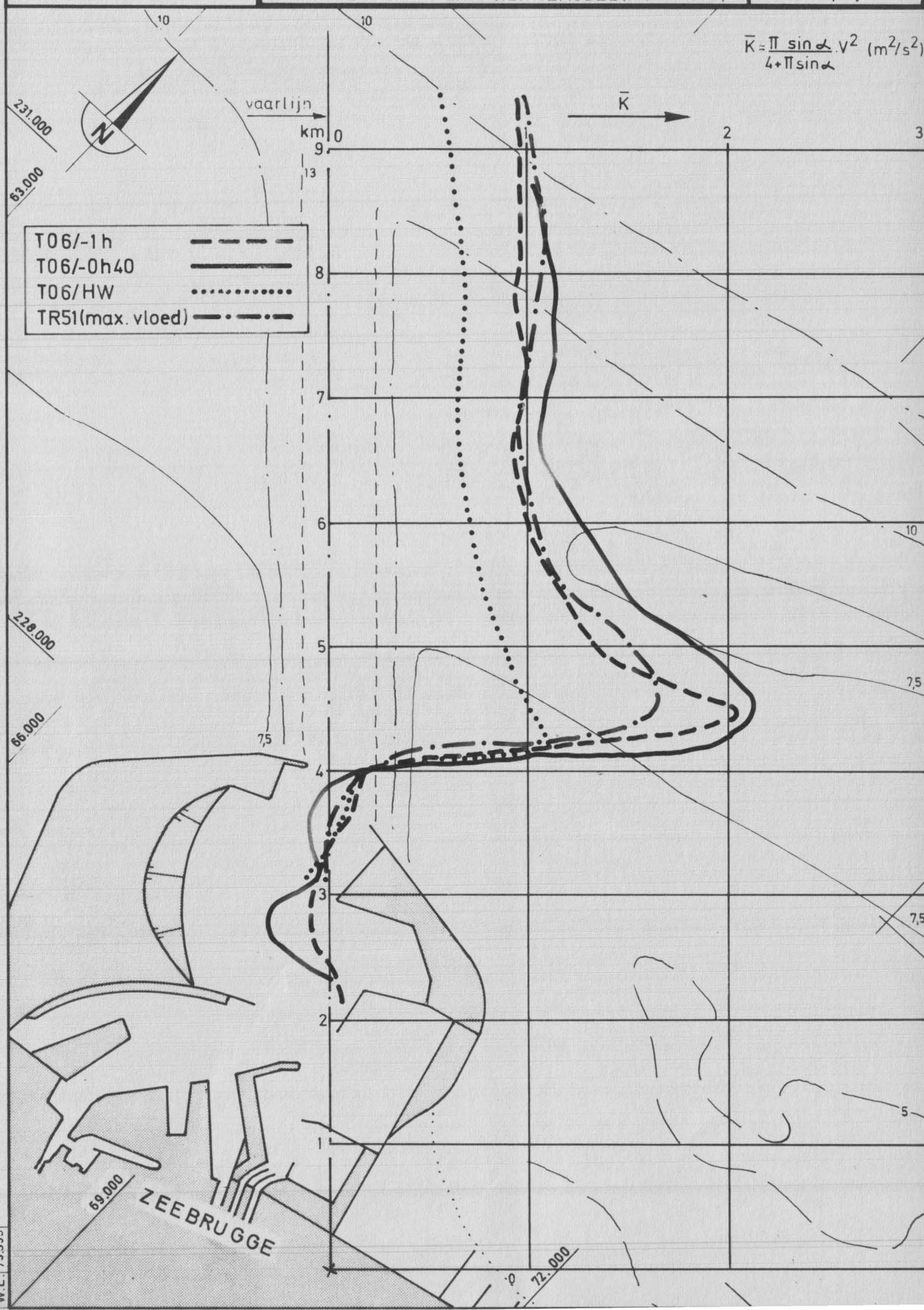
Bijlage 50

SCHALEN: Plan 1/40.000  
Dwarskrachtgr.  $1\text{cm} = 0,25\text{m}^2/\text{s}^2$

VERGELIJKING VAN DE DWARSKRACHT  
LANGS DE PAS VAN HET ZAND VOOR 1750G  
TIJMODEL EN PERMANENTIEMODEL (max. vloed)

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie

$$\bar{K} = \frac{\pi \sin \alpha \cdot v^2}{4 + \pi \sin \alpha} \quad (\text{m}^2/\text{s}^2)$$







WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

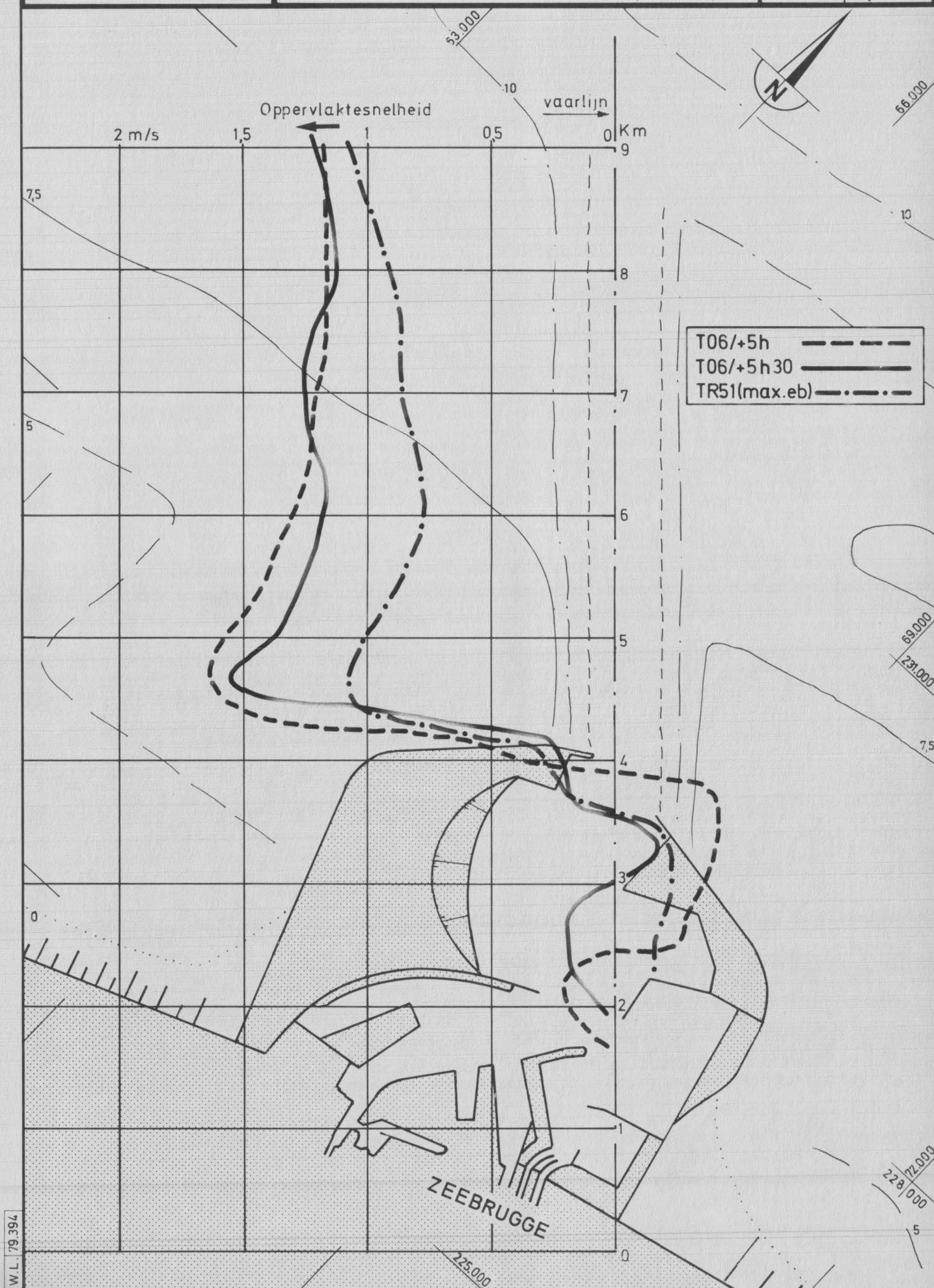
# MOD.265/2-2 TIJOVERZICHTSMODEL VAN DE KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 51

SCHALEN: Plan 1/40.000  
snelheid: 1cm=0,2m/s natuur

VERGELIJKING VAN DE SNELHEID  
LANGS DE PAS VAN HET ZAND VOOR 1750G  
TIJMODEL EN PERMANENTIEMODEL (max. eb)

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie

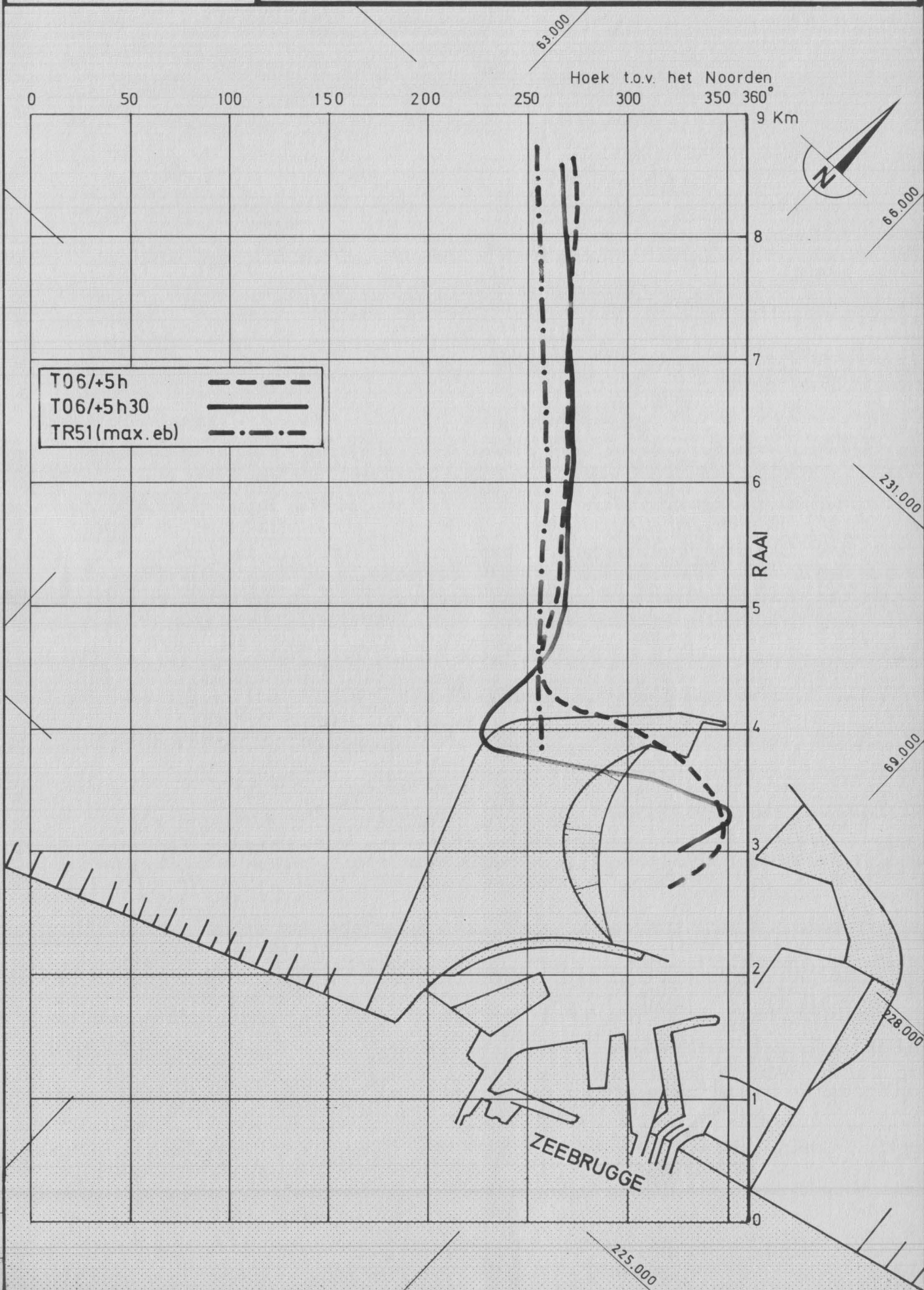






SCHALEN: plan 1/40.000  
richting : 2cm = 50°

VERGELIJKING VAN DE STROOMRICHTING LANGS DE  
PAS VAN HET ZAND VOOR 1750G TIJMODEL EN  
PERMANENTIEMODEL (max. eb)







WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

# MOD.265/2-2 TIJOVERZICHTSMODEL VAN DE KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 53

SCHALEN: Plan 1/40.000  
Dwarskrachtgr: 1cm=0,25m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

VERGELIJKING VAN DE DWARSKRACHT  
LANGS DE PAS VAN HET ZAND VOOR 1750G  
TIJMODEL EN PERMANENTIEMODEL (max. eb)

Dieptelijnen in m  
t.o.v. Z vlak  
Lambert projectie

$$\bar{K} = \frac{\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot v^2 \text{ (m}^2/\text{s}^2\text{)}$$

$\bar{K}$

vaarlijn

Km

T06/+5h  
T06/+5h30  
TR51(max.eb)

ZEEBRUGGE



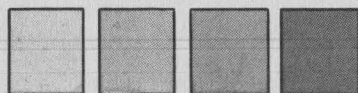


Schaal 1/100.000

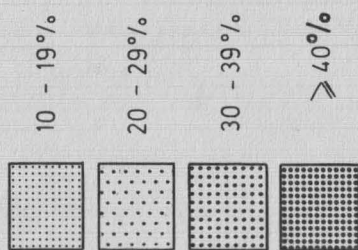
PROCENTUELE SNELHEIDSVERANDERING VOOR 1750 G  
TR51 PERMANENTIEMODEL MAXIMUM VLOED(0h40 vóór HW)

W.L.79.397

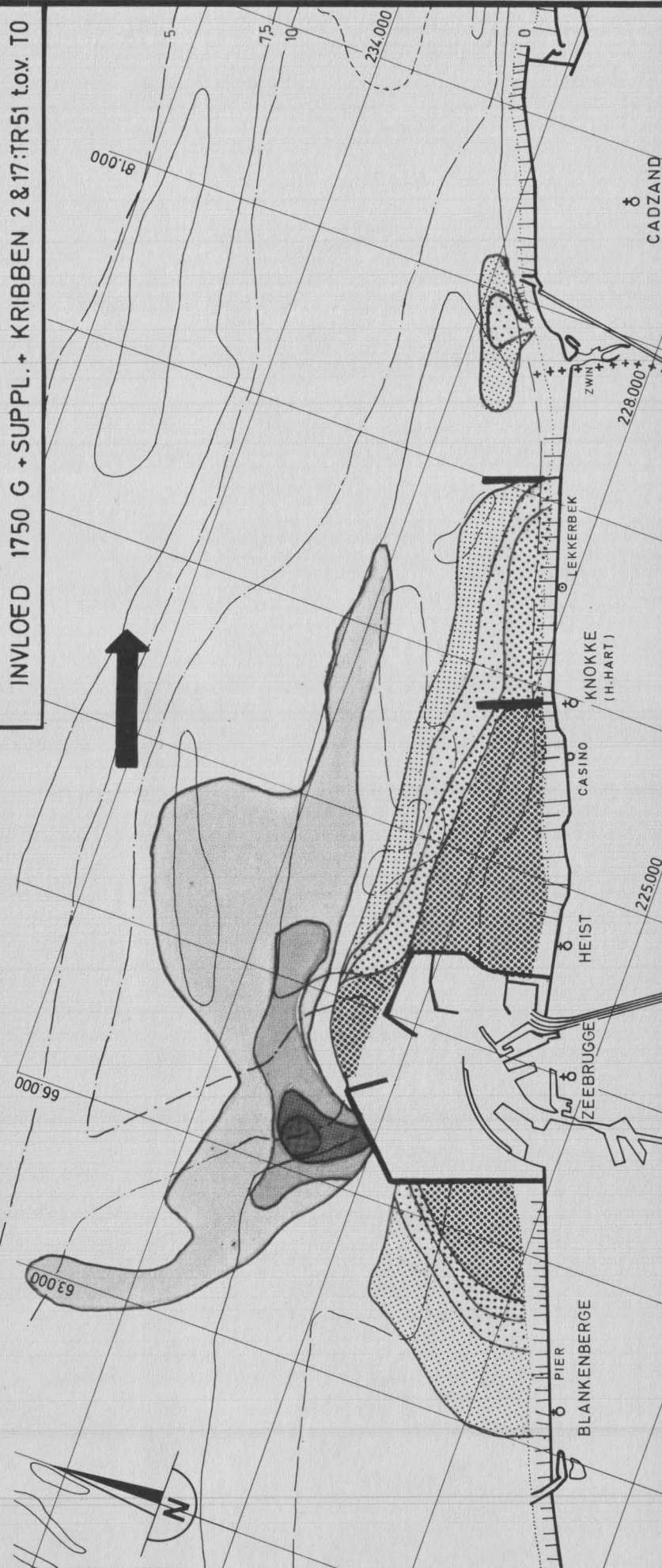
TOENAME



AFNAME



INVLOED 1750 G + SUPPL. + KRIBBEN 2 & 17:TR51 tov. T0







WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

MOD.265/2-2 TIJOVERZICHTSMODEL VAN DE  
KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

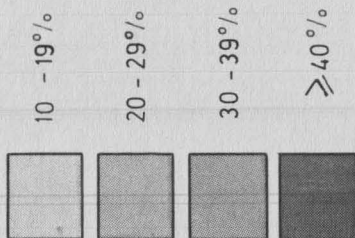
Bijlage 55

Schaal 1/100.000

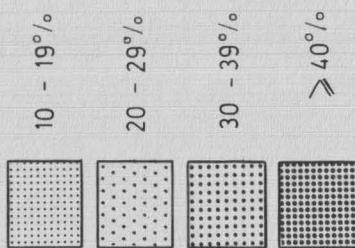
PROCENTUELE SNELHEIDSVERANDERING VOOR 1750 G  
TR51 PERMANENTIEMODEL MAXIMUM EB (5h30 na HW)

W.L.79.398

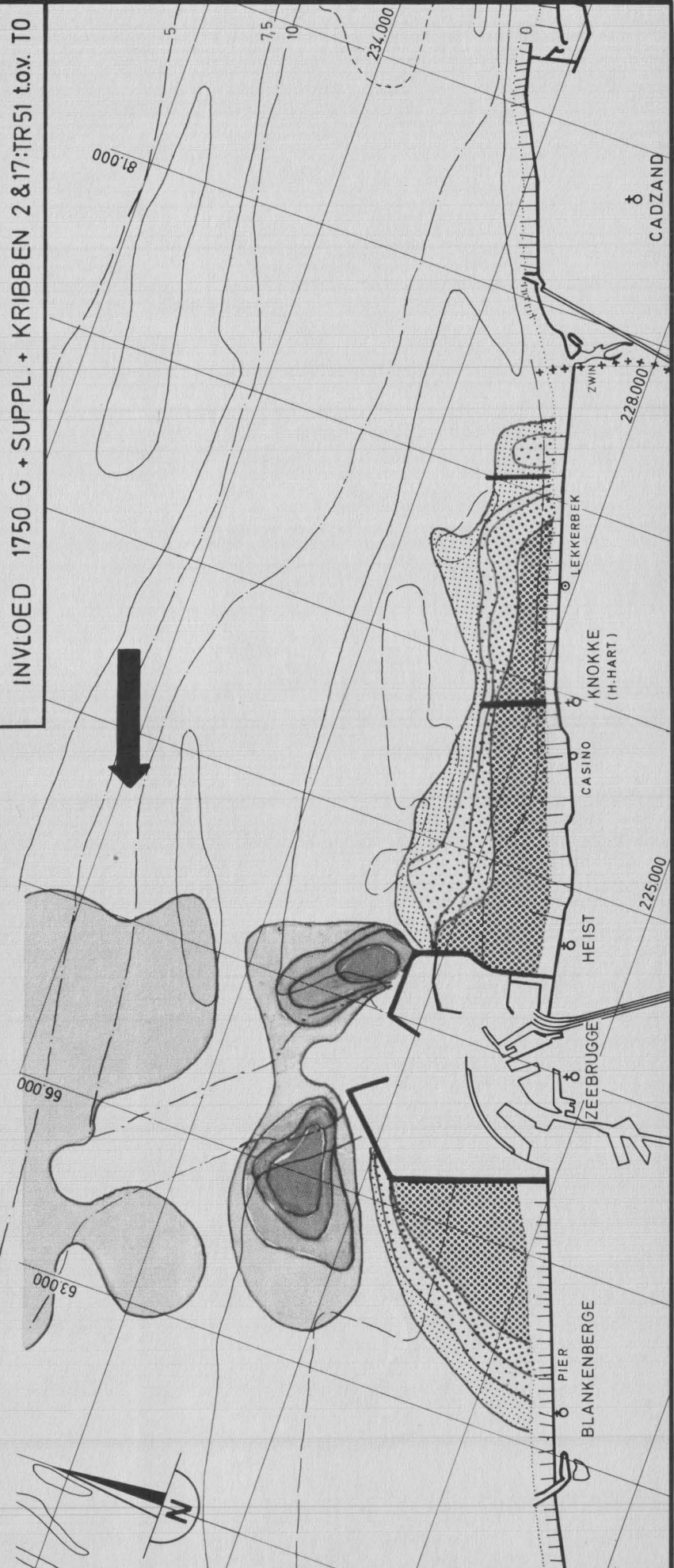
TOENAME



AFNAME



INVLOED 1750 G + SUPPL. + KRIBBEN 2 & 17:TR51 tov. T0







WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

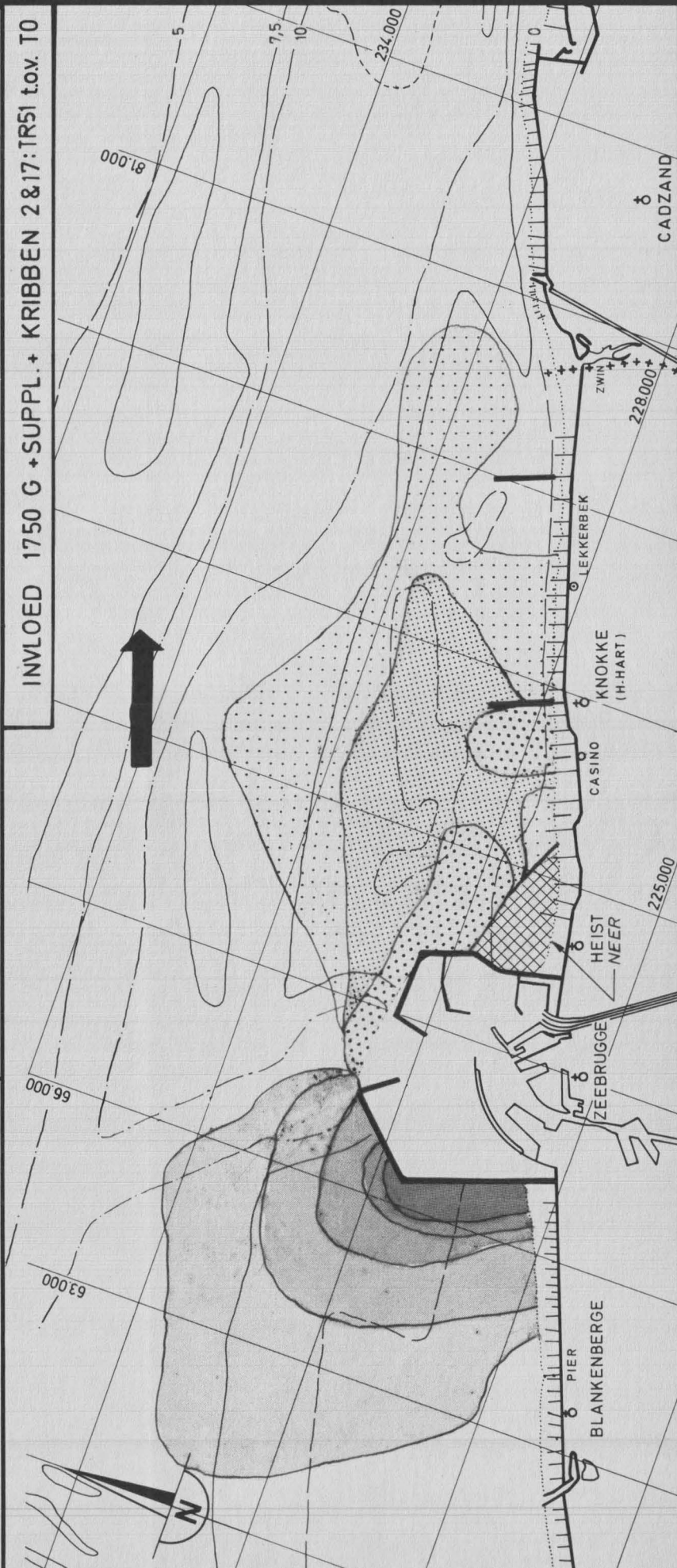
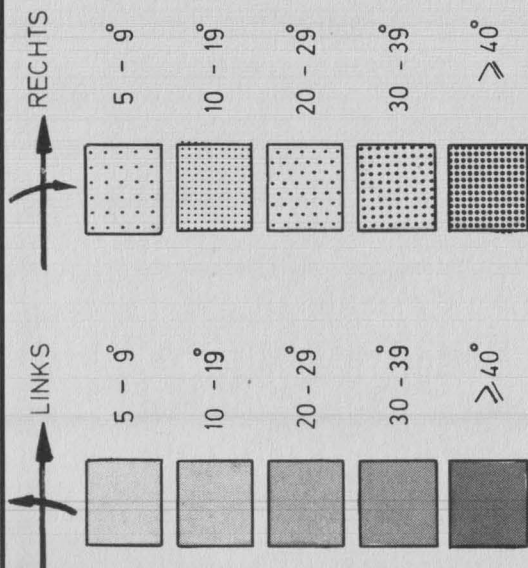
MOD.265/2-2 TIJDOVERZICHTSMODEL VAN DE  
KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

Bijlage 56

Schaal 1/100.000

HOEKVERDRAAIING DER SNELHEDEN VOOR 1750 G  
TR51 PERMANENTIEMODEL MAXIMUM VLOED (0h40 vóór HW)

W.L. 79.399

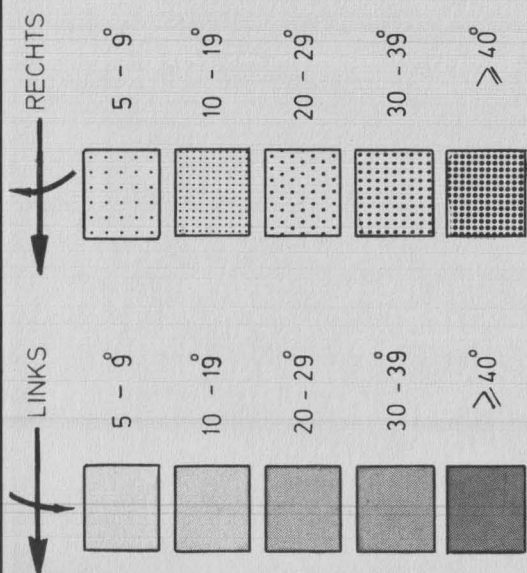




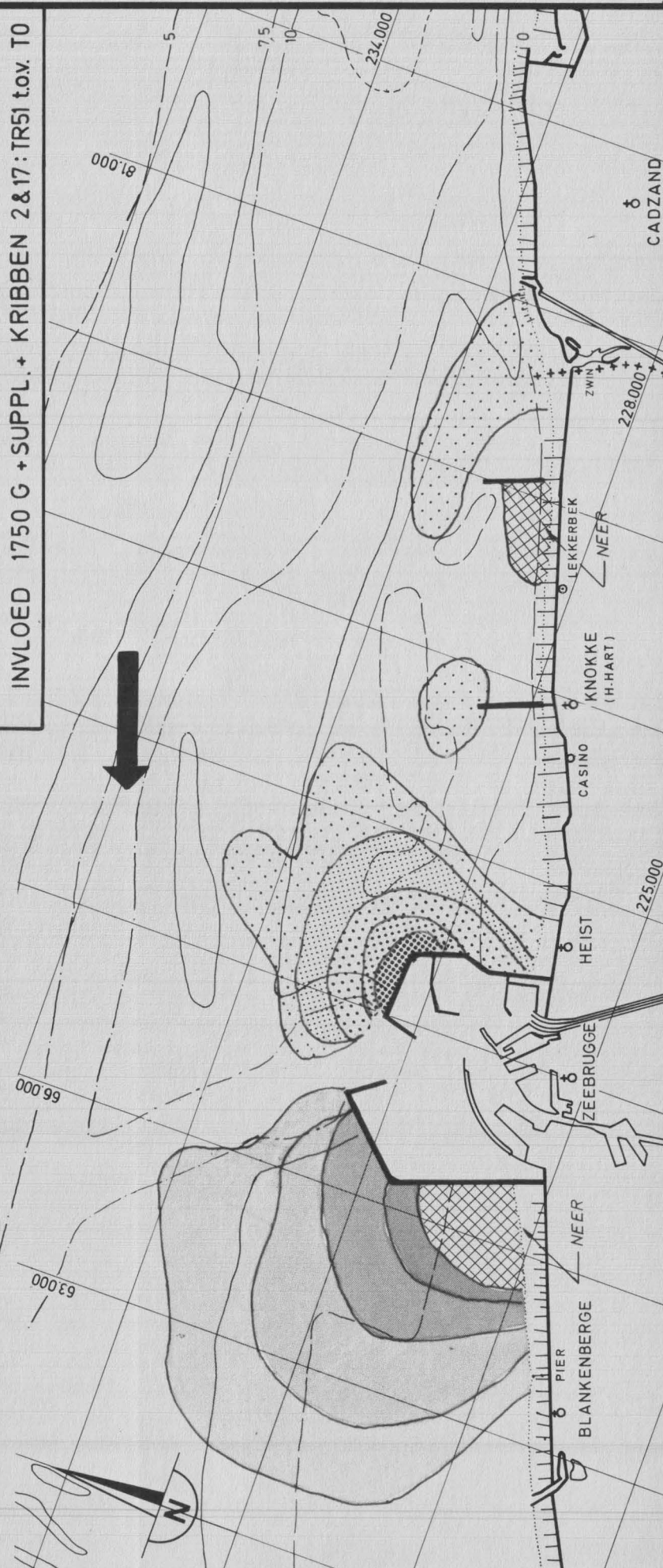
Schaal 1/100.000

HOEKVERDRAAIING DER SNELHEDEN VOOR 1750 G  
TR51 PERMANENTIEMODEL MAXIMUM EB (5h30 na HW)

W.L. 79.400



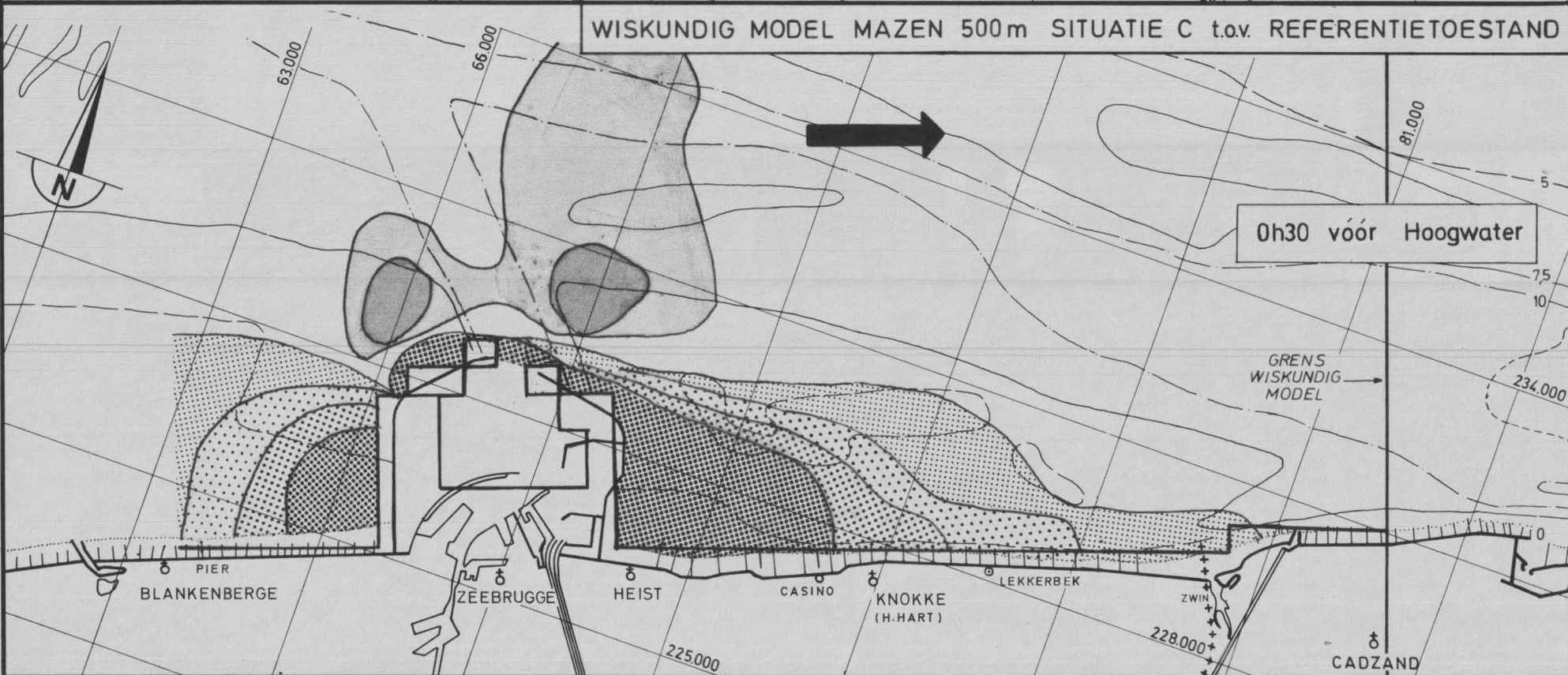
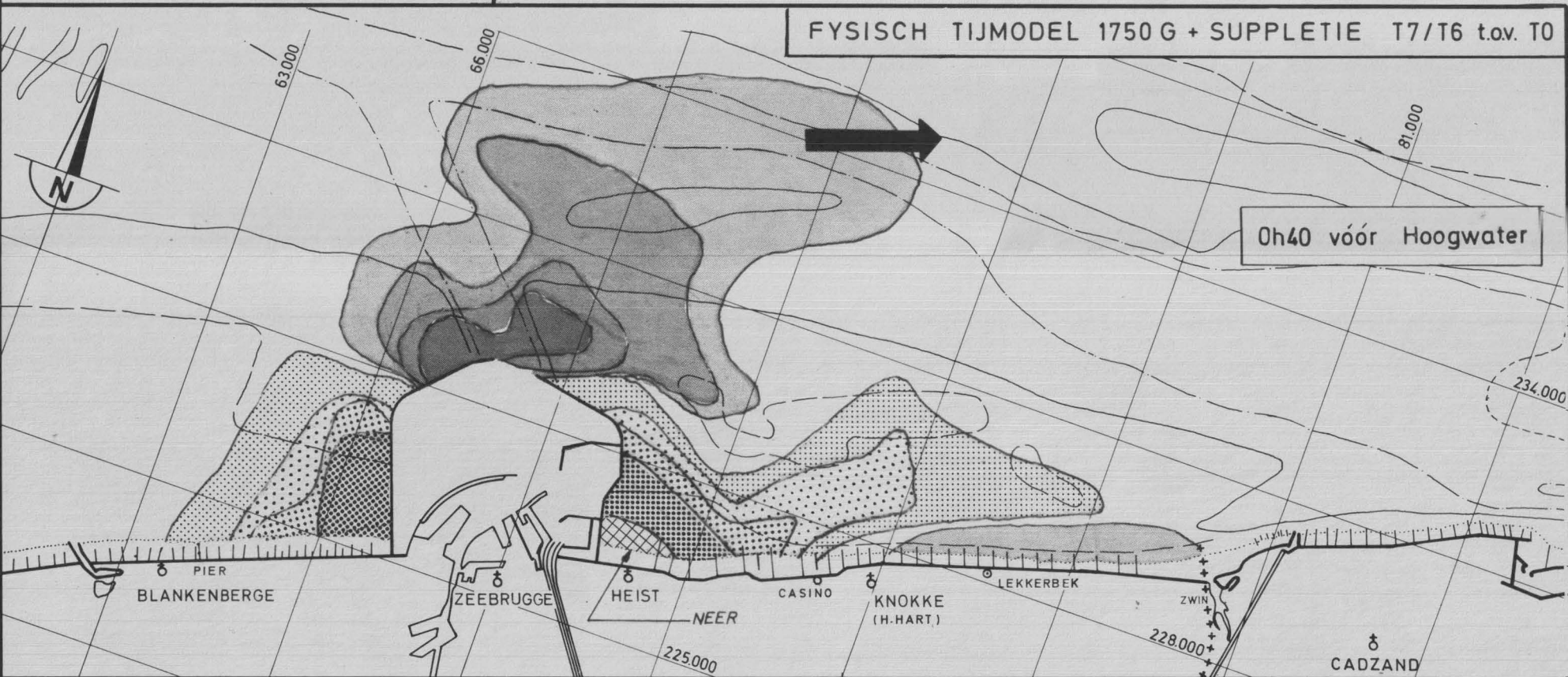
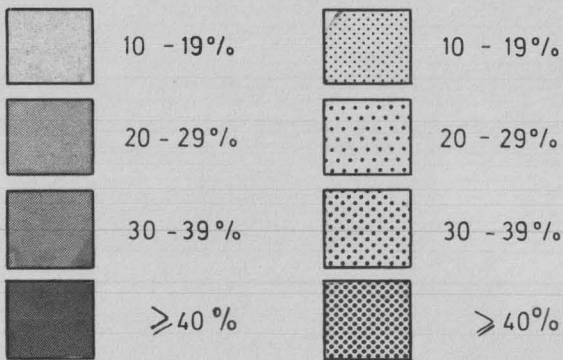
INVLOED 1750 G + SUPPL. + KRIBBEN 2 &amp; 17: TR51 t.o.v. TO





TOENAME

AFNAME



Schaal 1/100.000









WATERBOUWKUNDIG  
LABORATORIUM  
borgerhout antwerpen

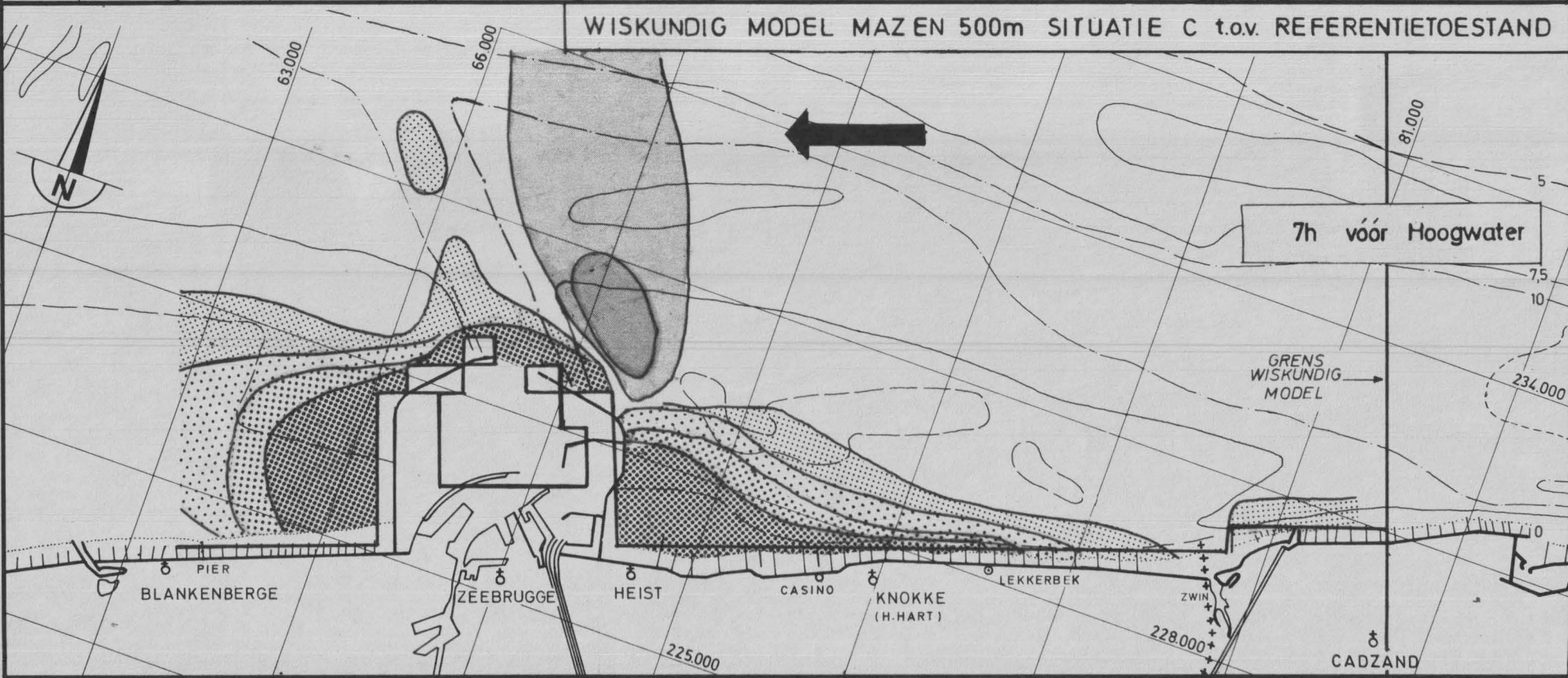
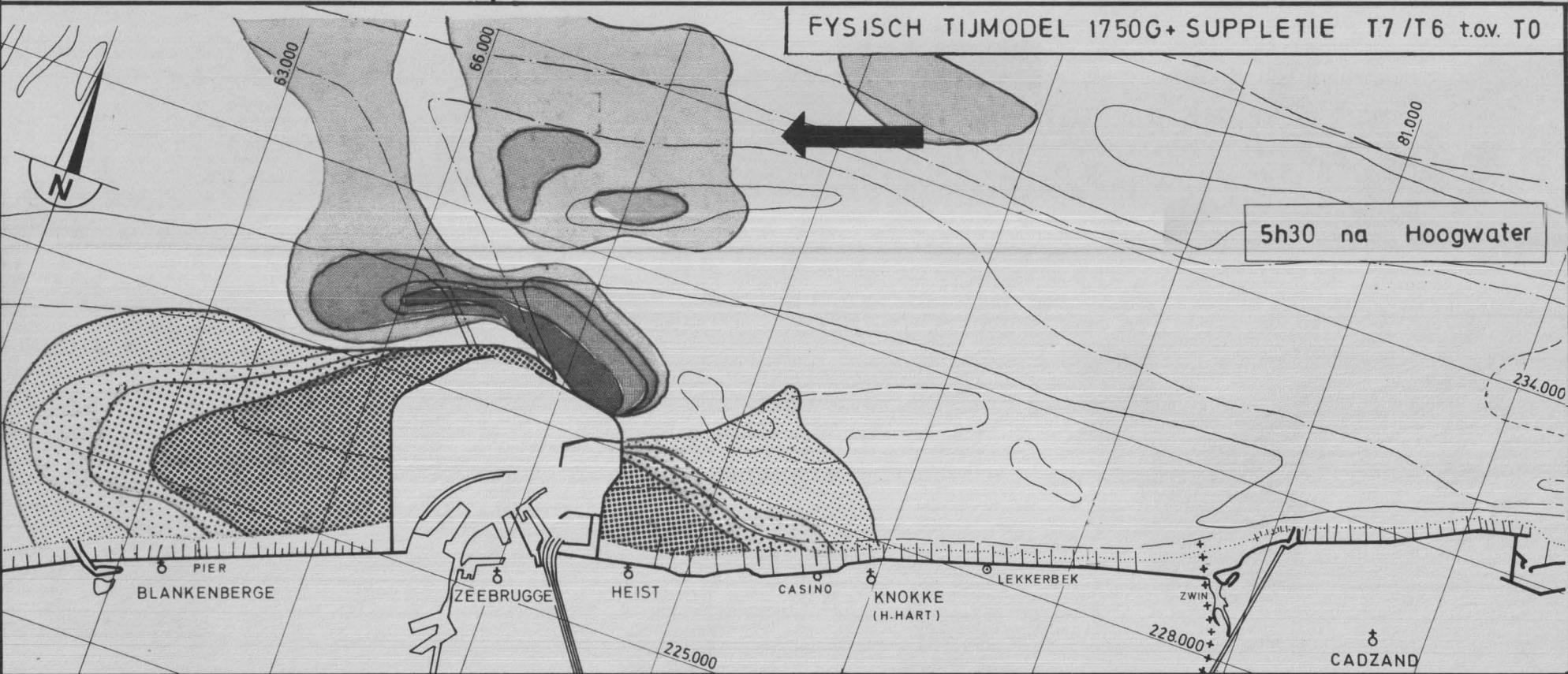
MOD. 265/2-2 TIJDOVERZICHTSMODEL VAN DE  
KUST EN HET SCHELDEESTUARIUM

% SNELHEIDSVERANDERING VOOR EINDSITUATIE 1750G  
VOOR WISKUNDIG MODEL EN VOOR FYSISCH TIJMODEL  
MAXIMUM VLOED

Bijlage 58



TOENAME		AFNAME	
	10 - 19%		10 - 19%
	20 - 29%		20 - 29%
	30 - 39%		30 - 39%
	≥ 40%		≥ 40%







Schaal 1/100.000

RICHTINGSVERANDERING VOOR EINDSITUATIE 1750 G  
VOOR WISKUNDIG MODEL EN VOOR FYSISCH TIJMODEL  
MAXIMUM VLOED

